



TUGAS AKHIR - RC090342

PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
RUAS KARANGLO - PENDEM STA SBY 81+050 – 84+050
KABUPATEN MALANG – PROPINSI JAWA TIMUR

SYAHRIAL FAHMI
NRP 3109 030 052

BARRY SEPTIAN PRADANA
NRP 3109 030 075

Dosen Pembimbing
Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP . 19541002 198512 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2012



FINAL PROJECT - RC090342

ROAD IMPROVEMENT PLANNING
SEGMENT KARANGLO - PENDEM STA SBY 81 + 050 – 84 + 050
MALANG REGENCY - EAST JAVA PROVINCE

SYAHRIAL FAHMI
NRP 3109 030 052

BARRY SEPTIAN PRADANA
NRP 3109 030 075

Counselor Lecturer
Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP . 19541002 198512 1 001

DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
Civil Engineering And Planning Faculty
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2012

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
RUAS KARANGLO - PENDEM STA SBY 81+050 – 84+050
KABUPATEN MALANG – PROPINSI JAWA TIMUR**

PROYEK AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Bangunan Transportasi
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :

Mahasiswa I

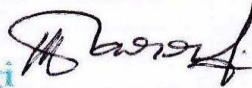


Syahrial Fahmi
NRP. 3109 030 052



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Mahasiswa II



Barry Septian Pradana
NRP. 3109 030 075

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Proyek Akhir :

Juli 2012




Ir. Diko Sulistiono, MT
NIP. 19541002 198512 1 001

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xxiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Batasan Masalah	3
1.7 Peta Lokasi.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
2.1 Analisa Kapasitas Jalan	7
2.1.1 Kapasitas Dasar.....	7
2.1.2 Menentukan Tipe Alinyemen.....	8
2.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})	9
2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_W).....	9
2.1.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{SP}).....	10
2.1.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Ukuran Kota (FC_c).....	11

2.1.7	Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan..	11
2.1.8	Derajat Kejenuhan (DS).....	12
2.2	Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan	13
2.2.1	Umur Rencana.....	13
2.2.2	Menentukan korelasi Daya Dukung Tanah (DDT) dan California Bearing Ratio (CBR) ...	14
2.2.3	Menentukan Jumlah Jalur Rencana berdasarkan Lebar Perkerasan	17
2.2.4	Menentukan Angka Ekvivalen (E)	18
2.2.5	Mentukan LHR.....	21
2.2.6	Faktor Regional	22
2.2.7	Lintas Ekvivalen.....	22
2.2.8	Indeks Permukaan	24
2.2.9	Koefisien Kekuatan Relatif.....	26
2.2.10	Indeks Tebal Perkerasan (ITP)	29
2.3	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)	31
2.3.1	Faktor Umur Rencana	32
2.3.2	Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana.....	33
2.3.3	Faktor keseragaman untuk lendutan balik	34
2.3.4	Lendutan yang Mewakili.....	35
2.3.5	Perhitungan LHR dan Jumlah Jalur.....	36
2.3.6	Lendutan Balik yang Diijinkan	36
2.3.7	Tebal Lapisan Tambahan	37
2.4	Kontrol Geometrik Jalan	38
2.4.1	Alinyemen Horizontal.....	38
2.4.2	Alinyemen Vertikal.....	44
2.4.3	Superelevasi.....	48
2.4.4	Diagram Superelevasi.....	49

2.5	Jenis – Jenis Kerusakan Jalur Lalu Lintas	53
2.5.1	Retak	53
2.5.2	Cacat Permukaan	57
2.5.3	Pengausan	58
2.6	Perencanaan Drainase untuk Saluran Tepi Jalan	59
2.6.1	Analisa Hidrologi	60
2.6.2	Menghitung Dimensi Saluran Tepi	68
2.7	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	73
BAB III METODOLOGI		75
3.1	Umum	75
3.2	Persiapan	75
3.3	Pengumpulan data	75
3.4	Survey Lokasi	76
3.5	Analisa Peningkatan Jalan	76
3.6	Gambar teknik hasil perencanaan	77
3.7	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	77
3.8	Kesimpulan	77
3.9	Penulisan Laporan	77
Bagan Metodologi		78
BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA		81
4.1	UMUM	81
4.2	PENGUMPULAN DATA	82
4.2.1	Peta lokasi proyek	82
4.2.2	Data Geometrik Jalan	82
4.2.3	Struktur yang Ada	82
4.2.4	Data Lalu Lintas	83
4.2.5	Data Struktur Tanah	84
4.2.6	Data Hasil Pemeriksaan Bengkelman Beam	86
4.2.7	Data Curah Hujan	87

4.3	Pengolahan data.....	89
4.3.1	Data lalu lintas.....	89
A.	Analisa Lalu Lintas Kendaraan (Kend/hari) ...	90
B.	Analisa Lalu Lintas (smp/jam)	109
4.3.2	Data Survey Muatan Maksimum	132
4.3.3	Pengolahan Data Tanah	141
1.	Perhitungan CBR	141
2.	Perhitungan Plastisitas Indeks.....	143
4.3.4	Data Pemeriksaan Bengkelman Beam	145
4.3.5	Data Curah Hujan.....	147
BAB V ANALISA PERHITUNGAN		151
5.1	Analisa Kinerja Jalan	151
5.2	Perhitungan Geometrik Jalan	154
5.2.1	Alinyemen Horisontal	154
5.2.2	Alinyemen Vertikal	162
5.3	Analisa Kapasitas.....	168
5.3.1	Analisa Kapasitas Tahun 2012	168
5.3.2	Analisa Kebutuhan pelebaran	173
5.4	Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan	195
5.5	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan	203
5.6	Perencanaan Ulang Saluran (Drainase)	211
5.7	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	219
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		255
6.1	KESIMPULAN.....	255
6.2	SARAN.....	256
PENUTUP		
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		
UCAPAN TERIMA KASIH		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai kapasitas dasar berdasarkan tipe jalan	7
Tabel 2.2	Tipe Alinyemen Berdasarkan Tipe Lengkung	8
Tabel 2.3	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping	9
Tabel 2.4	Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas	10
Tabel 2.5	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).....	10
Tabel 2.6	Faktor penyesuaian akibat ukuran kota(FCcs)	11
Tabel 2.7	Emp untuk Jalan 2/2 UD.....	13
Tabel 2.8	Nilai IP dan Macam tanah.....	16
Tabel 2.9	Jumlah Lajur Kendaraan.....	17
Tabel 2.10	Koefisien Distribusi Kendaraan	17
Tabel 2.11	Angka Ekvivalen sumbu Kendaraan	19
Tabel 2.12	Distribusi Beban sumbu	20
Tabel 2.13	Faktor Regional	22
Tabel 2.14	Indeks Permukaan Akhir Rencana (IPt)	25
Tabel 2.15	Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)	25
Tabel 2.16	Lintas Ekvivalen Rencana	26
Tabel 2.17	Koefisien Kekuatan Relatif (a)	26
Tabel 2.18	Tebal Minimum Lapis Permukaan.....	28
Tabel 2.19	Tebal Minimum Lapis Pondasi.....	28
Tabel 2.20	Faktor Koreksi Untuk Bengkelman Beam.....	32
Tabel 2.21	Hubungan Faktor Umur Rencana dengan perkembangan lalu lintas	33
Tabel 2.22	Hubungan AE 18 KESAL dan Lebar perkerasan	34
Tabel 2.23	Faktor Keceragaman.....	35
Tabel 2.24	Harga R min dan D maks untuk beberapa kecepatan rencana.....	39
Tabel 2.25	Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum	47
Tabel 2.26	Jarak Pandang Mendahului (Jd).....	47
Tabel 2.27	Landai Relatif Berdasarkan kecepatan rencana	48

Tabel 2.28	Perhitungan e dan Ls minimum	51
Tabel 2.29	Kemiringan melintang dan bahu jalan	59
Tabel 2.30	Hubungan kemiringan selokan samping dan jenis material	60
Tabel 2.31	Variasi Yt.....	62
Tabel 2.32	Nilai Yn.....	62
Tabel 2.33	Nilai Sn.....	63
Tabel 2.34	Hubungan kondisi permukaan tanah dan Koefisien hambatan	65
Tabel 2.35	Kecepatan aliran yang diizinkan	66
Tabel 2.36	Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan koefisien pengaliran.....	67
Tabel 2.37	Harga Manning (n).....	71
Tabel 4.1	Data Jumlah Kendaraan 2 arah (Kend.hari).....	83
Tabel 4.2	Data Jumlah Kendaraan 2 arah (smp/jam).....	84
Tabel 4.3	Data CBR.....	85
Tabel 4.4	Data Atterberg Limit.....	85
Tabel 4.5	Data Benkelman Beam	87
Tabel 4.6	Data Curah Hujan	88
Tabel 4.7	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan sepeda motor (Kendaraan/hari)	90
Tabel 4.8	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan sedan/jeep (Kendaraan/hari).....	92
Tabel 4.9	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Minibus . (Kendaraan/hari)	94
Tabel 4.10	Pertumbuhan Lalulintas kendaraan Mikro Truck (Kendaraan/hari)	96
Tabel 4.11	Pertumbuhan Lalulintas kendaraan Bus kecil . (Kendaraan/hari)	98
Tabel 4.12	Pertumbuhan Lalulintas Kendaraan Busbesar (Kendaraan/hari)	100
Tabel 4.13	Pertumbuhan Lalulintas Kendaraan Truck 2 as (Kendaraan/hari)	102

Tabel 4.14	Pertumbuhan Lalulintas Kendaraan Truck 3as (Kendaraan/hari)	104
Tabel 4.15	Pertumbuhan Lalulinas Kendaraan Truck Gandeng (Kendaraan/hari)	106
Tabel 4.16	Pertumbuhan Lalulintas Kendaraan Truck Trailer (Kendaraan/hari)	108
Tabel 4.17	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan sepeda motor (Smp/jam)	110
Tabel 4.18	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan sedan/jeep (smp/jam)	112
Tabel 4.19	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Minibus . (smp/jam)	114
Tabel 4.20	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Micro Truck (Smp/jam)	116
Tabel 4.21	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Bus Kecil (Smp/jam)	118
Tabel 4.22	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Bus Besar (Smp/jam)	120
Tabel 4.23	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Truck 2 as (Smp/jam)	122
Tabel 4.24	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Truck 3as (Smp/jam)	124
Tabel 4.25	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Truck Gandeng (Smp/jam)	126
Tabel 4.26	Pertumbuhan Lalu lintas kendaraan Truck Trailer (Smp/jam)	128
Tabel 4.27	Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Kendaraan 2012 - 2020(Kendaraan/hari).....	130
Tabel 4.28	Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Kendaraan 2012 – 2020 (Smp/jam)	131
Tabel 4.29	Rekapitulasi Angka Ekiivalen.....	140
Tabel 4.30	Perhitungan CBR segmen.....	141
Tabel 4.31	Perhitungan Plastisitas Indeks	143
Tabel 4.32	Perhitungan Curah hujan Stasiun Karangploso	147

Tabel 5.1	Perhitungan ΔH untuk Alinyemen Vertical	151
Tabel 5.2	Perhitungan ΔD untuk Alinyemen Horizontal.	153
Tabel 5.3	Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen vertical	167
Tabel 5.4	Perhitungan LHR 2011 karanglo - pendem	169
Tabel 5.5	Perhitungan LHR 2011 Pendem - Karanglo	169
Tabel 5.6	Rekapitulasi DS tiap Tahun	185
Tabel 5.7	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2012	186
Tabel 5.8	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2013	187
Tabel 5.9	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2014	188
Tabel 5.10	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2015	189
Tabel 5.11	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2016	190
Tabel 5.12	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2017	191
Tabel 5.13	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2018	192
Tabel 5.14	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2019	193
Tabel 5.15	Analisa Kapasitas Jalan Tahun 2020	194
Tabel 5.16	Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP)	196
Tabel 5.17	Lintas Ekvivalen Akhir (LEA)	197
Tabel 5.18	Prosentase Kendaraan	204
Tabel 5.19	Pertumbuhan Lalulintas	204
Tabel 5.20	UE 18 KSAL	201
Tabel 5.21	Rekapitulasi Perhitungan Drainase	218
Tabel 5.22	Pekerjaan Galian tanah untuk Pelebaran	220
Tabel 5.23	Pekerjaan Timbunan tanah Untuk Pelebaran ...	221
Tabel 5.24	Pekerjaan galian perkerasan dan Timbunan	223
Tabel 5.25	Pekerjaan Galian untuk Saluran tepi	228
Tabel 5.26	Pekerjaan Timbunan untuk Saluran tepi	229
Tabel 5.27	Pengecoran untuk Saluran	230
Tabel 5.28	Pekerjaan Timbunan Pasir untuk Saluran	232
Tabel 5.29	Volume Pekerjaan	234
Tabel 5.30	Pembersihan dan pembongkaran	235
Tabel 5.31	Pemasangan Blowpank	236
Tabel 5.32	Pekerjaan Galian pelebaran	237
Tabel 5.33	Pekerjaan Timbunan Pelebaran	237
Tabel 5.34	Pekerjaan Galian saluran samping	238
Tabel 5.35	Pekerjaan timbunan saluran samping	238

Tabel 5.36	Pekerjaan Galian perkerasan lama.....	239
Tabel 5.37	Pekerjaan timbunan material pilihan	240
Tabel 5.38	Pekerjaan Timbunan Pasir untuk Saluran	241
Tabel 5.39	Pekerjaan Timbunan Sirtu untuk Bahu	242
Tabel 5.40	Pekerjaan Stabilisasi tanah.....	243
Tabel 5.41	Pekerjaan lapis pondasi bawah	244
Tabel 5.42	Pekerjaan lapis pondasi atas	245
Tabel 5.43	pekerjaan lapis pengikat.....	246
Tabel 5.44	pekerjaan lapisan permukaan.....	247
Tabel 5.45	pekerjaan Pemasangan Bekisting.....	248
Tabel 5.46	pekerjaan pengecoran saluran samping	249
Tabel 5.47	pekerjaan pemasangan marka jalan	250
Tabel 5.48	pemasangan PJU	251
Tabel 5.49	Rekapitulasi Anggaran Biaya	252





DAFTAR DEFINISI, ISTILAH DAN SIMBOL

Ukuran kinerja umum

NOTASI	ISTILAH	DEFINISI
C	KAPASITAS	Arus lalu-lintas maksimum (mantap) yang dapat (smp/jam) dipertahankan sepanjang potongan jalan dalam kondisi tertentu (sebagai contoh : rencana geometrik, lingkungan, lalu-lintas dan lain-lain).
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus terhadap kapasitas.
TT	WAKTU TEMPUH	Waktu total (jam, menit atau detik) yang diperlukan untuk melalui suatu panjang jalan tertentu, termasuk seluruh waktu tundaan-henti.
V	KECEPATAN TEMPUH	Kecepatan rata-rata (km/jam) dihitung sebagai panjang jalan dibagi waktu tempuh jalan tersebut.
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	(1) Kecepatan rata-rata teoritis (km/jam) dari lalu lintas pada waktu kerapatan = nol, yaitu tidak ada kendaraan di jalan. (2) Kecepatan (km/jam) suatu kendaraan yang tidak tertahan oleh kendaraan lain (yaitu kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman

untuk bergerak pada kondisi-kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu-lintas yang ada pada suatu segmen jalan tanpa lalu-lintas lain)

Kondisi Geometrik

W_c

LEBAR JALUR

Lebar (m) jalur jalan yang dilewati lalu-lintas, tidak termasuk bahu.

W_s

LEBAR BAHU

Lebar bahu (m) disamping jalur jalan, direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.

EFEKTIF

L

PANJANG JALAN

Panjang segmen jalan (km).

TIPE JALAN

Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan; untuk jalan-jalan luar kota :

- 2 lajur 1 arah (2/1)
- 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD)
- 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 UD)
- 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D)
- 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D)

TIPE ALINYEMEN

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan, dan ditentukan oleh jumlah naik dan turun (m/km) dan jumlah lengkung horisontal (rad/km) sepanjang segmen jalan.

TIPE MEDAN

Penggolongan tipe medan sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan, berdasarkan kemiringan melintang yang tegak lurus pada sumbu jalan (Datar = 0-9,9%, bukit = 10 - 24,9%, gunung >25%) (Spesifikasi Standard Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1990).

RFC

KELAS FUNGSIONAL JALAN

Kelas fungsional jalan sebagaimana ditentukan oleh Undang-Undang tentang Jalan No. 13 1980.

1. Arteri
2. Kolektor
3. Jalan Lokal

SDC	KELAS JARAK PANDANG	<p>Jarak pandang adalah jarak maksimum dimana pengemudi (dengan tinggi mata 1,2 m) mampu melihat kendaraan lain atau suatu benda tetap dengan ketinggian tertentu (1,3m). Kelas jarak pandang ditentukan berdasarkan persentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang > 300 m.</p>
SF	HAMBATAN SAMPING	<p>Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu-lintas, misalnya pejalan kaki (bobot 0,6) penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya (bobot = 0,8), kendaraan masuk dan keluar lahan di samping jalan (bobot = 1,0) dan kendaraan lambat (bobot = 0,4).</p>

KOMPOSISI LALU-LINTAS

UNSUR LALU-LINTAS

kend	KENDARAAN	Benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu-lintas
LV	KENDARAAN RINGAN	Unsur lalu-lintas di atas roda.
MHV	KENDARAAN BERAT MENENGAH	Kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0-3,0 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bus, pick-up dan truk kecil, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
LT	TRUK BESAR	Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 - 5,0 m (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
LB	BUS BESAR	Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) $< 3,5$ m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)
		Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0-6,0 m.

MC SEPEDA MOTOR

Sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

UM KENDARAAN TAK BERMOTOR

Kendaraan bertenaga manusia atau hewan di atas roda (meliputi sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Catatan : Dalam manual ini kend. Tak bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu-lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

Kondisi lalu-lintas
Q ARUS LALU-LINTAS

Jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada jalan persatuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}) atau smp/jam (Q_{emp}) atau LHRT. Pembagian arah arus pada jalan dua arah dinyatakan sebagai persen tase dari arus total pada masing-masing arah sebagai contoh 60:40).

SP PEMISAHAN ARAH

Faktor perhitungan

Co KAPASITAS DASAR

Kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set (smp/jam) kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometri, pola arus lalu-lintas dan faktor lingkungan).

FCw FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT LEBAR JALUR

Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu-lintas

FCSP FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT HAMBATAN SAMPING

Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi dari lebar bahu.

emp EKIVALEN MOBIL PENUMPANG

Faktor dari berbagai tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh kepada kecepatan kendaraan

ringan dalam arus campuran (untuk mobil penumpang dan kendaraan yang sama sasisnya; $emp = 1,0$)

smp SATUAN MOBIL PENUMPANG

Satuan untuk arus lalu-lintas dimana arus berbagai kendaran yang berbeda telah diubah menjadi arus kendaraan ringan dengan menggunakan emp.

F_{smp}	FAKTOR SMP	Faktor untuk mengubah arus dalam kendaraan campuran menjadi arus ekuivalen dalam smp, untuk analisa kapasitas.
	LHRt (kend/hari)	Lalu-lintas harian rata-rata tahunan.
k	FAKTOR LHRT	Faktor pengubah dari LHRT ke lalu-lintas jam puncak.
QDH	ARUS JAM RENCANA	Arus lalu-lintas yang digunakan untuk perancangan :
	(kend/jam)	$QDH = LHRT \times k$
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	Kecepatan kendaraan yang tidak terhambat oleh kendaraan lain dalam pemilihan kecepatannya. Catatan : Kadang-kadang disebut KECEPATAN YANG DIINGINKAN.
Fvo	KECEPATAN ARUS BEBAS DASAR	Kecepatan arus bebas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi ideal (geometri, pola arus lalu-lintas dan faktor lingkungan) yang ditentukan sebelumnya
	(km/jam)	
FVw	PENYESUAIAN KECEPATAN AKIBAT LEBAR JALUR	Penyesuain untuk kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur.

FFV _{SF}	FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN AKIBAT HAMBATAN SAMPING	Faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat hambatan samping dan lebar bahu.
F_k	= Faktor keseragaman	
S_d	= Standar Deviasi	
n	= Lendutan balik rata – rata	
$\sum d$	= Jumlah titik pemisah dalam segmen	
N	= Jumlah lendutan balik	
R	= Faktor umur rencana	
F	= Perkembangan lalu lintas (%)	
P	= Jumlah kendaraan saat umur rencana	
i	= Jumlah kendaraan saat sekarang	
n	= Faktor pertumbuhan	
R_{min}	= Umur rencana jalan	
V_r	= Jari-jari minimum (meter)	
e_{maks}	= Kecepatan rencana (km/h)	
f	= superelevasi maksimum (%)	
Δ	= Koefisien gesek, untuk perkerasan lentur	
R_c	= Sudut Tangent (°)	
E_c	= Jari-jari lingkaran (m)	
L_c	= Jarak titik sudut dengan busur lingkaran (m)	
PI	= Panjang Bagian Lengkung (m)	
T_c	= Point of Intersection (Perpotongan kedua garis tangent)	
CT	= Tangent circle, titik peralihan dari lurus ke bentuk circle	
X_s	= Circle Tangent, titik peralihan dari bentuk circle ke lurus	
Y_s	= Jarak titik Ts dengan Sc	
L_s	= Jarak tegak lurus ke titik Sc pada lengkung	
L_c	= Panjang lengkung peralihan (TS-SC/CS-ST)	
	= Panjang busur lingkaran (SC-CS)	

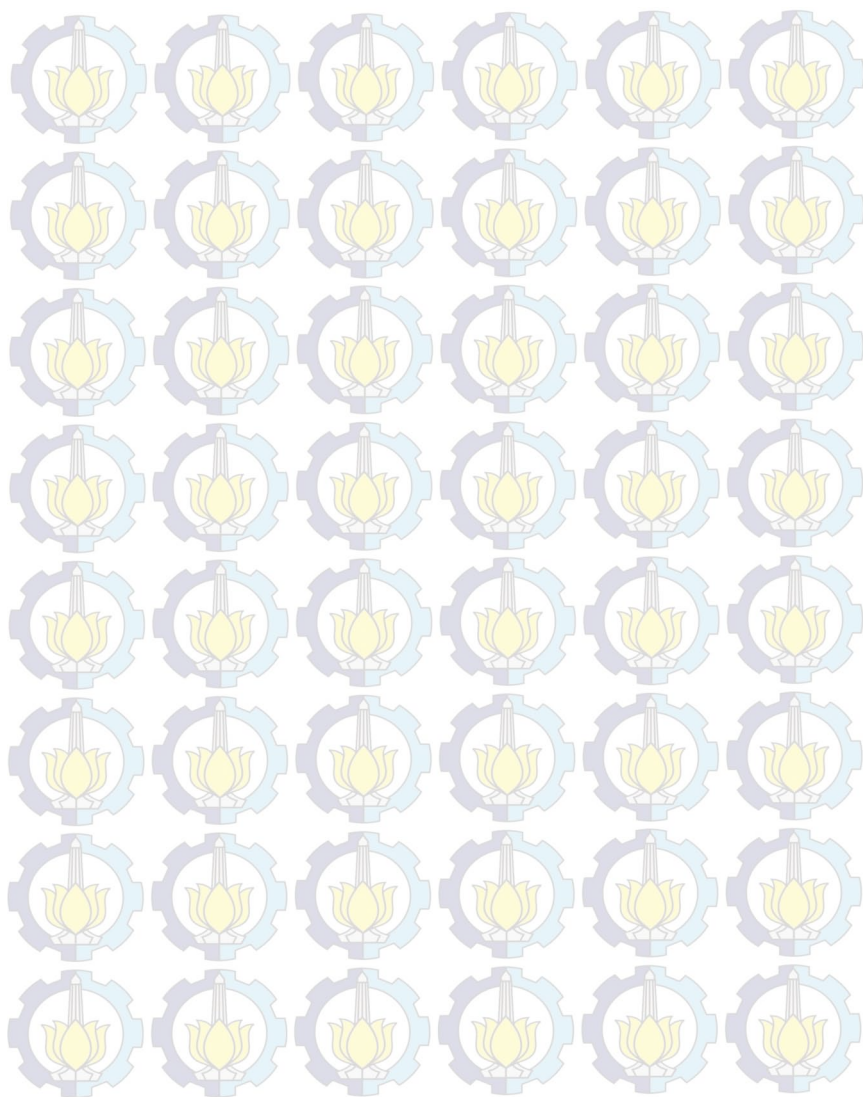
T_s	= Panjang tangent titik PI ke TS
E_s	= Jarak PI ke busur lingkaran
θ_s	= Sudut lengkung spiral
Δ	= Sudut Tangent
R_c	= Jari-jari lingkaran
p	= Pergeseran tangent ke spiral
k	= Absis dari p pada garis tangent spiral
d_1	= Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m).
d_2	= Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kelajur semula (m).
a	= Pecepatan rata – rata km/jam/detik $\infty 2,052 + 0,0036 V_R$
T_1	= Waktu dalam detik, $\infty 2,12 + 0,026 V_R$
T_2	= Waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik) $\infty 6,56 + 0,048 V_R$
m	= Perbedaan kecepatan yang dari kendaraan yang mendahului dan kendaraan yang didahului (biasanya diambil 10-15 km/jam).
V_R	= Kecepatan kendaraan rata – rata dalam keadaan mendahului ∞ Kecepatan rencana (Km/jam)
b	= Tinggi saluran (m)
d	= Dalam saluran yang tergenang air / tinggi saluran (m)
R	= Jari-jari Hidrolis (m)
F_d	= Luas penampang basah saluran berdasarkan debit air dan kecepatan (m ²)
Q	= Debit air (m ³ /detik)
V	= Kecepatan aliran (m/detik)
F_e	= Luas penampang ekonomis (m ²)
W	= Tinggi jagaan (m)
i	= Kemiringan saluran yang diizinkan
t_1	= Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)
t_2	= Tinggi tanah di bagian terendah (m)
V	= Kecepatan aliran (m/detik)
n	= Koefisien kekerasan Manning

R	=	F/P = Jari-jari Hidrolik
F	=	Luas penampang basah (m ²)
P	=	Keliling basah (m)
S _x	=	Standard deviasi
X _t	=	Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam
X	=	Tinggi hujan maksimum
\bar{x}	=	Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata
Y _t	=	Variasi yang merupakan fungsi periode ulang
Y _n	=	Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan (n)
S _n	=	Standard deviasi yang merupakan fungsi n
I	=	Intensitas hujan (mm/jam)
T _c	=	Waktu konsentrasi (menit)
t ₁	=	Waktu inlet (menit)
t ₂	=	Waktu aliran (menit)
L _o	=	Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
L	=	Panjang saluran (m)
n _d	=	Koefisien hambatan (lihat tabel)
s	=	Kemiringan daerah pengaliran
V	=	Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Jawa Timur	4
Gambar 1.2	Peta Lokasi	5
Gambar 2.1	Korelasi DDT dengan CBR.....	16
Gambar 2.2	Nomogram untuk ITP.....	30
Gambar 2.3	Grafik Lendutan Balik yang diijinkan.....	36
Gambar 2.4	Grafik Tebal Lapis Tambahan.....	37
Gambar 2.5	Tikungan Full Circle	40
Gambar 2.6	Tikungan Spiral – Circle – Spiral.....	41
Gambar 2.7	Tikungan spiral-spiral	43
Gambar 2.8	Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$)	45
Gambar 2.9	Jarak pandang berada diluar dan didalam daerah lengkung ($S > L$)	46
Gambar 2.10	Lengkung vertical cekung dengan jarak penyinar lampu penyinaran lampu depan $< L$	46
Gambar 2.11	Lengkung vertical cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$	47
Gambar 2.12	Diagram Superelevasi Full Circle	49
Gambar 2.13	Diagram Superelevasi SCS	50
Gambar 2.14	Diagram Superelevasi Spiral – Spiral	50
Gambar 2.15	Grafik Kurva basis	64
Gambar 4.1	Grafik pertumbuhan sepeda motor	91
Gambar 4.2	Grafik pertumbuhan sedan, jeep, dan station wagon	93
Gambar 4.3	Grafik pertumbuhan Minibus	95
Gambar 4.4	Grafik pertumbuhan Mikro Truck	97
Gambar 4.5	Grafik pertumbuhan Bus Kecil	99
Gambar 4.6	Grafik pertumbuhan Bus besar.....	101
Gambar 4.7	Grafik pertumbuhan Truck 2 as	103
Gambar 4.8	Grafik pertumbuhan Truck 3 as	105

Gambar 4.9	Grafik pertumbuhan Truck Gandeng.....	107
Gambar 4.10	Grafik pertumbuhan Truck Trailer	109
Gambar 4.11	Grafik pertumbuhan sepeda motor	111
Gambar 4.12	Grafik pertumbuhan sedan, jeep, dan station wagon	113
Gambar 4.13	Grafik pertumbuhan Minibus	115
Gambar 4.14	Grafik pertumbuhan Mikro Bus	117
Gambar 4.15	Grafik pertumbuhan Bus Kecil.....	119
Gambar 4.16	Grafik pertumbuhan Bus besar.....	121
Gambar 4.17	Grafik pertumbuhan Truck 2 as.....	123
Gambar 4.18	Grafik pertumbuhan Truck 3 as.....	125
Gambar 4.19	Grafik pertumbuhan Truck Gandeng.....	127
Gambar 4.20	Grafik pertumbuhan Truck Trailer	129
Gambar 4.21	Grafik CBR.....	141
Gambar 4.22	Grafik liquid limit dan plastic limit	144
Gambar 4.23	Grafik Plasticity index	144
Gambar 4.24	Grafik Lendutan Balik.....	146
Gambar 4.25	Grafik Kurva basis.....	149
Gambar 5.1	Diagram Superelevasi STA 83+545.....	160
Gambar 5.2	Diagram Superelevasi STA 83+744.....	162
Gambar 5.3	Alinyemen Vertikal STA 81+850	166
Gambar 5.4	Grafik Korelasi Antara DDT dan CBR	200
Gambar 5.5	Nomogram 1	201
Gambar 5.6	Rencana Susunan Lapis Permukaan	203
Gambar 5.7	Grafik Mencari D izin dengan AE18 KSAL	208
Gambar 5.8	Grafik Tebal Lapisan tambahan	209
Gambar 5.9	Catchment area	211
Gambar 5.10	Galian Saluran Tepi.....	227
Gambar 5.11	Gambar Saluran Tepi.....	227

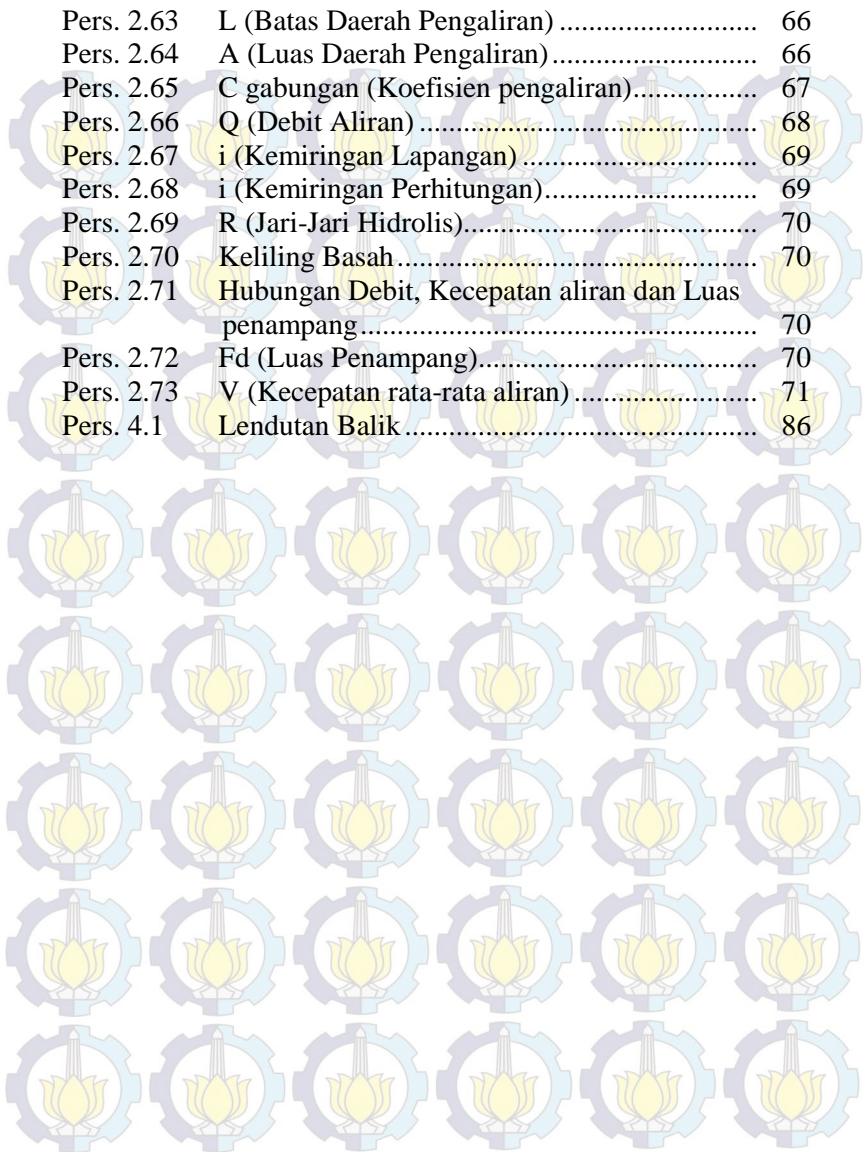


DAFTAR PERSAMAAN

Pers. 2.1	Alinyemen Vertikal	8
Pers. 2.2	Alinyemen Horizontal	8
Pers. 2.3	Analisa Kapasitas	11
Pers. 2.4	Derajat Kejenuhan (DS)	12
Pers. 2.5	Arus Lalu Lintas (Q)	12
Pers. 2.6	Arus Jam Rencana (Q_{DH})	12
Pers. 2.7	CBR Gabungan	15
Pers. 2.8	Indeks Plastis (PI)	16
Pers. 2.9	Ekivalen Sumbu Tunggal	18
Pers. 2.10	Ekivalen Sumbu Ganda	18
Pers. 2.11	Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRt)	21
Pers. 2.12	Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	21
Pers. 2.13	LEP (Lintas Ekivalen Permulaan)	23
Pers. 2.14	LEA (Lintas Ekivalen Akhir)	23
Pers. 2.15	LET (Lintas Ekivalen Tengah)	23
Pers. 2.16	LER (Lintas Ekivalen Rencana)	24
Pers. 2.17	FP (Faktor Penyesuain)	24
Pers. 2.18	ITP (Indeks Tebal Perkerasan)	29
Pers. 2.19	Faktor Umur Rencana (N)	32
Pers. 2.20	AE 18 KSAL (Accumulative 18 Kips Single Axle Load)	33
Pers. 2.21	Fk (Faktor Keseragaman)	34
Pers. 2.22	S (Standart Deviasi)	34
Pers. 2.23	\bar{d} (Lendut Balik rata-rata)	34
Pers. 2.24	Dwakil	34
Pers. 2.25	$D = \bar{d} + 2 s$ (Arteri)	35
Pers. 2.26	$D = \bar{d} + 1,64 s$ (Kolektor)	35
Pers. 2.27	$D = \bar{d} + 1,28 s$ (Lokal)	35
Pers. 2.28	$\bar{d} = \left(\frac{\sum d}{n} n \right)$	35

Pers. 2.29	R Min (Alinyemen Horizontal)	38
Pers. 2.30	Tc (Tangen Circle)	40
Pers. 2.31	Ec (Jarak Titik Sudu dengan Busur Lingkaran)	40
Pers. 2.32	Lc (Panjang Bagian Lengkung).....	40
Pers. 2.33	θ_s Sudut Lengkung Spiral	42
Pers. 2.34	Δ_c	42
Pers. 2.35	Lc (Panjang Busur Lingkaran).....	42
Pers. 2.36	Y.....	42
Pers. 2.37	Xc.....	42
Pers. 2.38	K.....	42
Pers. 2.39	p^*	42
Pers. 2.40	p (Pergeseran Tangen ke Spiral)	42
Pers. 2.41	k^*	42
Pers. 2.42	k (Absis dari p pada garis tangen spiral)	42
Pers. 2.43	Ts (Panjang tangent titik1 ke Ts.....	42
Pers. 2.44	Es (Jarak P1 ke Busur Lingkaran))	42
Pers. 2.45	Δ	43
Pers. 2.46	L	43
Pers. 2.47	Lc	43
Pers. 2.48	p.....	43
Pers. 2.49	K.....	43
Pers. 2.50	L (S<L) Cembung	45
Pers. 2.51	L (S<L) Cembung	45
Pers. 2.52	L (S>L) Cembung	46
Pers. 2.53	L (S>L) Cembung	46
Pers. 2.54	L (S<L) Cekung	46
Pers. 2.55	L(S>L) Cekung	47
Pers. 2.56	Ls'	51
Pers. 2.57	Sx (Standart Deviasi)	61
Pers. 2.58	Xt (Besar Curah Hujan untuk Periode t Tahun mm/jam.....	61
Pers. 2.59	I (Intensitas Hujan mm/jam)	61
Pers. 2.60	Tc (Waktu Kosentrasi)	64
Pers. 2.61	t_i (Waktu inlet time)	65
Pers. 2.62	t_2 (Waktu Aliran).....	65

Pers. 2.63	L (Batas Daerah Pengaliran)	66
Pers. 2.64	A (Luas Daerah Pengaliran)	66
Pers. 2.65	C gabungan (Koefisien pengaliran).....	67
Pers. 2.66	Q (Debit Aliran)	68
Pers. 2.67	i (Kemiringan Lapangan)	69
Pers. 2.68	i (Kemiringan Perhitungan).....	69
Pers. 2.69	R (Jari-Jari Hidrolis).....	70
Pers. 2.70	Keliling Basah.....	70
Pers. 2.71	Hubungan Debit, Kecepatan aliran dan Luas penampang.....	70
Pers. 2.72	Fd (Luas Penampang).....	70
Pers. 2.73	V (Kecepatan rata-rata aliran).....	71
Pers. 4.1	Lendutan Balik.....	86





KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayah Nya-lah, Proyek Akhir kami dengan judul “Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Karanglo – Pendem STA SBY 81+050 -84+050, Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur “ dapat tersusun, dan terselesaikan dengan baik serta kami dapat mempresentasikan pada sidang Proyek Akhir.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini yaitu, agar mahasiswa dapat mengetahui langkah kerja dari perencanaan jalan dalam suatu proyek khususnya proyek peningkatan jalan.

Tersusunnya laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, ucapan terima kasih yang tulus kepada :

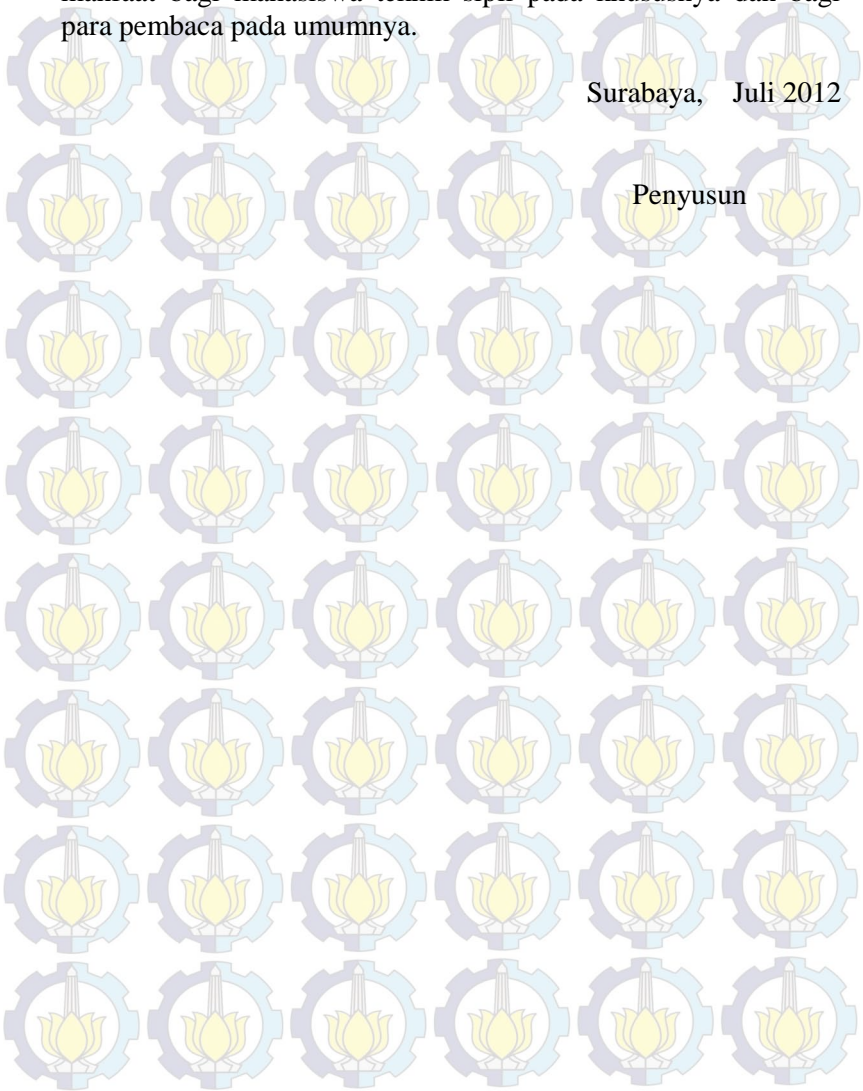
1. Bapak Ir. Sigit Darmawan , Meng. PhD, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil ITS..
2. Bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT selaku dosen pembimbing Proyek Akhir kami.
3. Orang Tua kami yang telah membesarkan dan mendidik kami serta memberikan dukungan baik secara moril dan materil yang tak terhingga pada kami.
4. Segenap Bapak / Ibu Dosen dan Karyawan D III Teknik Sipil FTSP-ITS.
5. Rekan-rekan sesama mahasiswa Diploma III Teknik Sipil.
6. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam nya. Oleh karena itu saran, kritik dan koreksi yang membangun tetap kami nantikan dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, semoga laporan Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, Juli 2012

Penyusun



**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
RUAS KARANGLO - PENDEM STA SBY 81+050 – 84+050
KABUPATEN MALANG – PROPINSI JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa I : Syahrial Fahmi
NRP : 3109030052
Nama Mahasiswa II : Barry Septian Pradana
NRP : 3109030075
Jurusan : DIII Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Dosen Pembimbing : Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

Abstrak

Ruas jalan Karanglo-Pendem merupakan jalan kolektor primer yang menghubungkan kota singosari dengan kota batu yang terletak di Kabupaten Malang. Ruas jalan ini memiliki kondisi eksisting dengan lebar badan jalan (W_c) 6 meter dan bahu jalan selebar 2 meter yang menggunakan tipe jalan 2/2 UD (2 lajur 2 arah). Ruas jalan ini merupakan ruas jalan yang sangat penting dalam perhubungan, karena ruas jalan ini berfungsi mendistribusikan barang maupun jasa di wilayah kabupaten malang. Oleh karena itu ruas jalan karanglo – pendem memerlukan peningkatan jalan sebagai upaya untuk memberikan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan.

Proyek akhir ini bertujuan untuk mencari kebutuhan kapasitas jalan pada kondisi sebelum dan sesudah pelebaran dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) jalan perkotaan, 1997. Mencari kebutuhan tebal perkerasan yang di gunakan untuk pelebaran jalan dengan menggunakan metode Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987, Mengetahui kebutuhan tebal lapis tambahan (overlay) dengan Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Alat Benkleman

Beam. Mengetahui Kontrol geometrik jalan dengan menggunakan Tata Perencanaan Geometrik Antar Kota 1997 (TPGJAK 1997). Perencanaan drainase dengan menggunakan metode SNI-03-342-1994 (Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan), Dan rencana anggaran biaya menggunakan HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan) kabupaten Malang.

Hasil perencanaan peningkatan jalan Karanglo-Pendem dengan umur rencana 8 tahun, diperoleh nilai DS eksisting (Degree of Saturation) $> 0,75$, Maka dibutuhkan pelebaran dengan lebar badan jalan yang semula 6 meter menjadi 9 meter dan lebar bahu jalan 2 meter. Serta susunan konstruksi perkerasan untuk pelebaran setinggi 10 cm Laston (MS 744), 15 cm Batu Pecah kls A (CBR 90%), 28 cm sirtu kls C (CBR 50%), 20 cm Stabilisasi Tanah Dasar (CBR 10%). Sedangkan dari perhitungan overlay, ruas jalan Karanglo-Pendem overlay masih belum di butuhkan. Kontrol alinyemen horizontal yang menghasilkan alternatif geometrik lengkung horizontal dan lengkung vertical. Perencanaan saluran tepi (drainase) berbentuk segi empat dengan bahan dari beton diperoleh dimensi saluran $b = 1\text{m}$ dan $H = 1\text{m}$. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan peningkatan ruas jalan Karanglo-Pendem ini sebesar Rp. 5.640.692.910. Dengan peningkatan ruas jalan Karanglo-Pendem ini, diharapkan jalan ini dapat berfungsi dengan baik serta mampu melayani beban lalu lintas yang cukup berat sesuai dengan umur yang direncanakan.

Kata Kunci : Pelebaran, Drainase

ROAD IMPROVEMENT PLANNING
SEGMENT KARANGLO - PENDEM STA SBY 81 + 050 – 84 + 050
MALANG REGENCY - EAST JAVA PROVINCE

Nama Mahasiswa I : Syahrial Fahmi
NRP : 3109030052
Nama Mahasiswa II : Barry Septian Pradana
NRP : 3109030075
Jurusan : DIII Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Dosen Pembimbing : Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

Abstract

Roads-Street Karanglo - Pendem is the primary collector which connects the city singosari with the city batu is located in Malang Regency. These roads have a wide body of existing conditions with road (Wc) 6 meters and 2 meters wide roadway shoulders that uses a type path 2/2 UD (2 lanes 2 directions). These roads are roads which is very important in a relationship, because these roads serve to distribute goods and services in the area of malang. Therefore the path karanglo – Pendem requires an increase in the way as attempts to provide comfort and safety of road users.

Final project aims to look at the condition of the road capacity needs before and after the widening by using method of Manual Ramp capacity of Indonesia (MKJI) urban roads, 1997. Looking for thick and needs in use for road widening by using method of thick Pliable Planning and road-Highway with Component Analysis Method, 1987. Knowing the needs of thick layers of additional (overlay) with Manual Checks and road-Road with a Benkleman Beam. Knowing the control by using The geometric path planning of Inter-city Geometric 1997 (TPGJAK

1997). Drainage planning by using the method of SNI-03-342-1994 (the procedures for Planning road surface Drainage), And plan budget costs using HSPK (unit price Principal Activity) Malang Regency.

Road improvement planning results Karanglo-age 8 plan Pendem with years, obtained the value of existing DS (Degree of Saturation) > 0.75 , then it takes a wide body of road widening with the original 6 meters to 9 meters wide and 2 meters high street. As well as the arrangement of construction and road-widening to 10 cm tall Laston (MS 744), 15 cm Stone Broke A CBR kls (90%), 28 cm sirtu kls C (50%), CBR 20 cm of soil Stabilization Base (CBR 10%). Whereas the calculation of overlay, roads Karanglo-overlay is still not in Pendem need. Alinyemen control that produces geometric horizontal altermatif horizontal and vertical rounded arch. Planning of edge channels (drainage) in the shape of a rectangle with the ingredients of concrete $b = 1\text{m}$ and $h = 1\text{m}$. Budget plans for cost improvement planning roads Karanglo-Pendem this Rp. 5.640.692.910. With the improvement of roads Karanglo - Pendem hopefully way this can function properly and able to serve enough traffic load weight in accordance with age which is planned.

Keywords: Widening, Drainage

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Perkembangan dan pertumbuhan ekonomi dan industri diiringi oleh peningkatan jumlah penduduk. Maka kebutuhan prasarana yang dibutuhkan oleh masyarakat perlu diperhatikan, agar pemerataan hasil produksi tidak mengalami kendala.

Salah satu prasarana yang paling penting adalah prasarana jalan (perhubungan darat). Prasarana tersebut penting karena jalan merupakan konstruksi yang berfungsi sebagai prasarana hubungan darat yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Oleh karena itu untuk menciptakan kenyamanan dan keamanan pada suatu segmen jalan maka diperlukan perencanaan peningkatan jalan seperti pelebaran jalan, pelapisan ulang (overlay) pada permukaan jalan, perbaikan geometrik dan perencanaan dimensi saluran tepi jalan (drainase). Pekerjaan tersebut adalah upaya untuk menghindari hal – hal yang tidak diinginkan seperti kecelakaan lalu lintas dan kapasitas jalan yang tidak memadai.

1.2 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan pertumbuhan ekonomi dan industri yang semakin tahun semakin berkembang sehingga keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi, seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah – daerah terpencil yang merupakan sentra produksi pertanian. Ruas jalan Karanglo – Pendem Sta SBY 81+050 – Sta SBY 84+050 yang berada di kabupaten Malang ini terdapat lahan pertanian yang cukup luas. Oleh karena itu jaringan jalan raya ini merupakan prasarana transportasi darat

yang memegang peranan penting dalam sektor perhubungan, terutama untuk keseimbangan distribusi barang dan jasa di lingkup wilayah kabupaten Malang dan sekitarnya.

Perencanaan peningkatan jalan ini merupakan salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan lalu lintas. Sehubungan dengan permasalahan lalu lintas, maka diperlukan penambahan kapasitas jalan yang tentu akan memerlukan metoda efektif dalam perancangan agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis, tetapi memenuhi unsur kenyamanan, keamanan dan keselamatan pengguna jalan.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa kebutuhan pelebaran yang diperlukan pada ruas jalan Karanglo – Pendem Sta SBY 81+050 – Sta SBY 84+050 untuk umur rencana 8 tahun?
2. Berapa tebal perkerasan pelebaran yang diperlukan untuk umur rencana (UR) 8 tahun mendatang?
3. Berapa ketebalan perkerasan lentur tambahan (overlay) yang diperlukan pada ruas jalan Karanglo – Pendem Sta SBY 81+050 – Sta SBY 84+050 untuk umur rencana 8 tahun mendatang?
4. Berapa kebutuhan dimensi saluran tepi (drainase) yang diperlukan pada ruas jalan Karanglo – Pendem Sta SBY 81+050 – Sta SBY 84+050?
5. Bagaimana kontrol geometrik (Long Section dan Cross Section) untuk hasil perencanaan diatas?
6. Berapa anggaran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan peningkatan jalan pada ruas jalan yang direncanakan?

1.4 Tujuan Penulisan

Dari rumusan masalah maka didapatkan tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung perencanaan kebutuhan pelebaran untuk umur rencana 8 tahun mendatang.
2. Menghitung tebal perkerasan pada konstruksi pelebaran untuk umur rencana 8 tahun mendatang.
3. Menghitung tebal lapis tambahan (overlay) untuk umur rencana 8 tahun.
4. Menghitung dimensi saluran tepi jalan (drainase) karena pelebaran jalan.
5. Untuk mengontrol geometrik jalan (long section dan cross section).
6. Menghitung rencana anggaran biaya (RAB) total dari perencanaan peningkatan jalan tersebut.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Mahasiswa dapat menganalisa dan menghitung suatu perencanaan peningkatan jalan.
2. Dapat merencanakan drainase dengan mengaplikasi teori yang telah dipelajari
3. Dapat menghitung rencana anggaran biaya

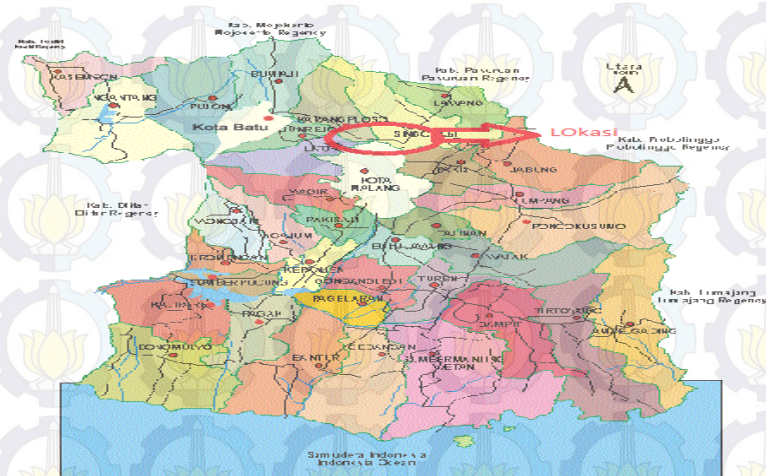
1.6 Batasan Permasalahan

1. Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan apabila diperlukan dengan analisa kapasitas, dari “Manual kapasitas jalan Indonesia 1997”, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
2. Perencanaan perkerasan jalan dengan menggunakan petunjuk “*Perencanaan tebal perkerasan lentur jalan dengan menggunakan metode analisa komponen bina marga, SKBI 2.3.26.1987*”.
3. Perencanaan overlay dengan cara “Manual Pemeriksaan Jalan dengan alat Bengkelman Beam, SK No.1/MN/B/1983”.

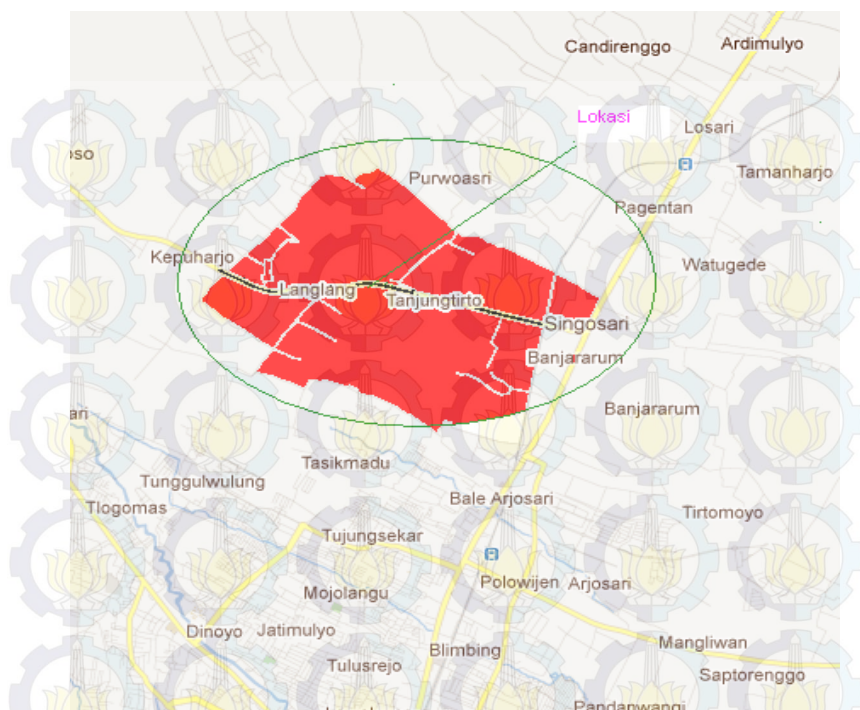
4. Perencanaan saluran tepi jalan (drainase) dengan cara “SNI 03-3424-1994”.
5. Perencanaan geometri jalan dengan Dasar – dasar Perencanaan Geometri Jalan
6. Perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan daftar analisa harga satuan dari buku panduan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga yakni “Buku Petunjuk Teknik Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan Jalan Kabupaten”.
7. Tidak membahas pelaksanaan di lapangan, tidak melaksanakan survey lalu lintas, tidak membahas pembebasan lahan akibat pelebaran jalan dan tidak membahas bangunan pelengkap.

1.7 Peta Lokasi

Berikut gambar peta lokasi dari proyek perencanaan peningkatan jalan ruas karanglo – pendem dengan memakai STA Surabaya (STA 81+050 – STA 84+050).



Gambar 1.1 : Peta Kabupaten Malang



Gambar 1.2 : Peta Lokasi



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Kapasitas Jalan

Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan dengan analisa kapasitas dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Langkah-langkah analisa kapasitas untuk kebutuhan lebar jalan dua arah tak terbagi (2/2 UD) adalah sebagai berikut :

2.1.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Sedangkan segmen jalan adalah panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Titik dimana karakteristik jalan berubah, secara otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada simpang di dekatnya. Kapasitas dasar ditentukan oleh tipe alinyemen.

Kapasitas dasar adalah suatu set kondisi yang ditetapkan sebelumnya. Nilai kapasitas dasar (C_0) dapat ditentukan berdasarkan tabel berikut ini :

Tabel 2.1. Tipe Alinyemen Berdasarkan Kapasitas Dasar

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 5-50

2.1.2 Menentukan Tipe Alinyemen

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan dan ditentukan oleh jumlah naik turun (m/km) dan jumlah lengkung horizontal (rad/km) sepanjang segmen jalan. Untuk menentukan lengkung horizontal dan lengkung vertikal maka dipakai rumus sebagai berikut :

$$\text{Alinyemen Horizontal} = \frac{\left(\frac{\Sigma \Delta}{360}\right) \times 2\text{rad}\lambda}{\Sigma \text{panjang jalan}} \quad (\text{Pers 2.1})$$

$$\text{Alinyemen vertikal} = \frac{\Delta H}{\Sigma \text{panjang jalan}} \quad (\text{Pers 2.2})$$

Tipe Alinyemen umum dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.2 : Tipe Alinyemen Berdasarkan Lengkung Vertikal dan Horizontal

Tipe Alinyemen	Lengkung Vertikal naik dan turun (m/km)	Lengkung Horizontal (rad/km)
Datar	<10 (5)	<1.0 (0.25)
Bukit	10-30(25)	1.0-2.5 (2.00)
Gunung	>30 (45)	>2.5(3.5)

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 6-40

2.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya : pejalan kaki, pemberhentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya dan kendaraan masuk atau keluar disamping jalan. Nilai faktor ini dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (Fcsf)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu Lebar bahu efektif W_s (m)			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2.0 m
2/2 UD	Sangat Rendah	0.94	0.96	0.99	1.01
	Rendah	0.92	0.94	0.97	1.00
	Sedang	0.89	0.92	0.95	0.98
	Tinggi	0.82	0.86	0.90	0.95
	Sangat Tinggi	0.73	0.79	0.85	0.91

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk Jalan Perkotaan Hal 5-53

2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCw)

Penyesuaian akibat lebar lajur lalu lintas ditentukan berdasarkan tipe jalan dan lebar jalan lalu lintas, dimana lebar jalur lalu lintas adalah lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan. Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lalu lintas berdasarkan lebar efektif jalur lalu lintas dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4 : Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Tipe Jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (W_c/m)	FCw
Dua lajur tak terbagi	Total kedua arah	
	5	0.56
	6	0.87
	7	1.00
	8	1.14
	9	1.25
	10	1.29
	11	1.34

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk Jalan Perkotaan Hal 5-51

2.1.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah yang dinyatakan dalam prosentase dari arah arus total pada masing-masing arah. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah di dapatkan dari tabel berikut ini :

Tabel 2.5 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah Arah sp % - %		50 – 50	55 -45	60 - 40	65 - 35	70 - 30
FCsp	Dua Lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat lajur 4/2	1.00	0.985	0.97	0.955	0.94

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk Jalan Perkotaan 5-52

2.1.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Ukuran Kota (FCcs)

Penyesuaian akibat ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk pada kota yang akan diamati yaitu kabupaten Malang. Untuk menentukan factor penyesuaian kapasitas akibat ukuran kota dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.6 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Ukuran Kota

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

2.1.7 Penentuan kapasitas pada kondisi lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan waktu yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada.

Rumus :

$$C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \quad (\text{Pers 2.3})$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

Co = Kapasitas dasar (smp/jam)

FCw = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

FCsp = Faktor penyesuaian akibat pemisah arah

FCsf = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

FCcs = Faktor penyesuaian akibat ukuran kota.

2.1.8 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu segmen jalan. Derajat kejenuhan diperoleh dari pembagian volume jam sibuk dengan kapasitas yang ada. Derajat kejenuhan ini diberikan batasan maksimum yaitu 0,75, bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas. Jadi harus perlu diadakan pelebaran jalan. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Rumus :

$$D_s = Q/C < 0,75 \quad (\text{Pers 2.4})$$

$$Q = \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \quad (\text{Pers 2.5})$$

Dimana :

D_s = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

k = Faktor volume lalu lintas jam sibuk, nilai normal k sebesar = 0,09

Sedangkan untuk mengetahui arus jam rencana dari data volume lalu lintas harian rata-rata yaitu :

$$Q_{DH} = \text{LHRT} \times k \quad (\text{Pers 2.6})$$

Faktor k adalah rasio antara arus jam rencana dan LHRT yang ditentukan sebesar 0,09.

LHRT adalah lalu lintas harian rata-rata tahunan dalam satuan kendaraan/jam.

Emp adalah faktor konversi dari berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang (untuk mobil penumpang, $\text{emp}=1,0$).

Penentuan emp dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.7 : Emp Untuk Jalan 2/2 UD

Tipe jalan :Tipe jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total kedua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu lintas Wc (m)	
			≤ 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 5-37

Derajat kejenuhan (D_s) perlu diketahui dalam perencanaan peningkatan perkotaan kota yang sudah ada. Apabila $D_s > 0.75$ pada jam puncak maka jalan tersebut perlu diadakan pelebaran sedemikian rupa supaya $D_s < 0.75$ hingga akhir umur rencana.

2.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan

Perkerasan jalan merupakan konstruksi perkerasan lentur yang dibangun di atas tanah dasar, berfungsi untuk menahan beban kendaraan atau beban lalu lintas, serta mampu bertahan terhadap perubahan cuaca yang terjadi. Kontruksi ini terdiri dari lapisan-lapisan yang mempunyai fungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya hingga tanah dasar.

2.2.1 Umur Rencana

Umur Rencana (UR) adalah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap diberi lapisan permukaan baru. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan peranan jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomis jalan yang bersangkutan.

Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 10 tahun tidak lagi ekonomis, karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai. Selama umur rencana, kegiatan perbaikan pelapisan permukaan dapat dilakukan sebagai kegiatan pemeliharaan.

Untuk perencanaan peningkatan jalan Karanglo-Pendem digunakan umur rencana 8 tahun.

2.2.2 Menentukan korelasi DDT (Daya Dukung Tanah Dasar) dan CBR (California Bearing Ratio)

Tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar asli, tanah dasar tanah galian atau tanah dasar urug yang disiapkan dengan cara dipadatkan.

CBR yang dinyatakan dalam persen (%) adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi sedalam 0,1 inci atau 0,2 inci antara contoh tanah dengan batu pecah standart. Nilai CBR adalah nilai empiris dari mutu tanah dasar dibandingkan dengan mutu batu pecah standart yang mempunyai CBR 100%.

Berdasarkan kondisi benda uji, CBR dibedakan atas :

- 1) CBR rencana
- 2) CBR lapangan
- 3) CBR lapangan rendaman

CBR rencana disebut juga CBR laboratorium adalah pengujian CBR dimana benda uji disiapkan dan diuji mengikuti SNI 03-1744 atau AASHTO T 193 di laboratorium. CBR rencana digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar dimana pada saat perencanaan lokasi tanah dasar belum disiapkan sebagai lapis tanah dasar struktur perkerasan. Jenis CBR digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar pada kondisi tanah dasar akan dipadatkan lagi sebelum struktur perkerasan dilaksanakan.

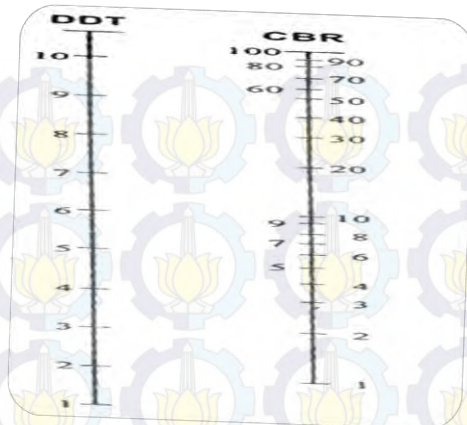
CBR lapangan dikenal juga dengan nama *CBR inplace* adalah pengujian CBR yang dilaksanakan langsung dilapangan, dilokasi tanah dasar rencana. Prosedur pengujian mengikuti SNI 03-1738 atau ASTM D 4429. CBR lapangan digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar, dimana tanah dasar direncanakan tidak lagi mengalami proses pemadatan atau peningkatan daya dukung tanah sebelum lapis pondasi dihampar dan pada saat pengujian tanah dasar dalam kondisi jenuh. Dengan kata lain perencanaan tebal perkerasan dilakukan berdasarkan kondisi daya dukung tanah dasar pada saat pengujian CBR lapangan itu.

CBR Lapangan Rendaman disebut juga *undisturbed soaked CBR* adalah pengujian CBR di laboratorium tetapi benda uji di ambil dalam keadaan “*undisturbed*” dari lokasi tanah dasar dilapangan. CBR lapangan rendaman dibutuhkan jika nilai CBR pada kondisi kepadatan dilapangan dalam keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maskimum, sedangkan pengujian dilakukan pada saat kondisi tidak jenuh air seperti pada musim kemarau. Tanah “*undisturbed*” direndam dalam air selama lebih kurang 4 hari, sambil diukur perkembangannya (*swell*). Pengujian dengan alat CBR dilaksanakan setelah pengembangan tidak terjadi lagi.

Besar nilai DDT ditetapkan berdasarkan grafik korelasi dan untuk CBR adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.

CBR dari satu titik pengamatan adalah nilai CBR gabungan yang menyatakan gabungan antar tiap lapis pada kedalaman 100 cm. Untuk itu perlu ditentukan nilai CBR yang mewakili satu titik pengamatan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CBR_{gabungan} = \left[\left(\frac{h_1 \sqrt[3]{CBR_1}}{h} + \frac{h_2 \sqrt[3]{CBR_2}}{h} + \frac{h_n \sqrt[3]{CBR_n}}{h} + \dots \right) \right]^3 \dots (\text{Pers 2.7})$$



Gambar 2.1 : Grafik Korelasi Antara Nilai CBR dan DDT

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$IP = LL - PL \quad (\text{pers 2.8})$$

Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.8 : Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Mekanika tanah 1 edisi kelima, Hary Christady Hardiyatmo, hal 52

2.2.3 Penentuan Jumlah Jalur Rencana Berdasarkan Lebar Perkerasan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki batas tanda jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan.

Tabel 2.9 : Jumlah Lajur Kendaraan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (m)
$L < 5.5 \text{ m}$	1 Jalur
$5.5\text{m} < L < 8.25 \text{ m}$	2 Jalur
$8.25 \text{ m} < L < 11.25\text{m}$	3 Jalur
$11.25\text{m} < L < 15.00\text{m}$	4 Jalur
$15.00\text{m} < L < 18.75\text{m}$	5 Jalur
$18.75\text{m} < L < 22.00\text{m}$	6 Jalur

Sumber : Pedoman Penentuan tebal perkerasan lentur jalan raya DPU Bina Marga

Menentukan koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat lewat pada jalur rencana dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.8 berikut ini :

Tabel 2.10 : Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Lajur	1.00	1.00	1.00	1.00
2 Lajur	0.64	0.50	0.70	0.50
3 Lajur	0.40	0.40	0.50	0.475
4 Lajur	-	0.30	-	0.45
5 Lajur	-	0.25	-	0.425
6 Lajur	-	0.20	-	0.40

Sumber : Pedoman Penentuan tebal perkerasan lentur jalan raya DPU Bina Marga

2.2.4 Menentukan angka ekivalen (E)

Angka Ekivalen (E) dari suatu sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standart sumbu tunggal seberat 8.16 ton (18000 lbs). Karena beban sumbu kendaraan memiliki nilai yang beraneka ragam maka beban sumbu tunggal diperhitungkan seberat 8.16 ton (18000 lbs), sehingga dapat dihasilkan besaran ekivalen yang sesuai dengan aturan yang ada. Rumus tunggal yang digunakan dalam mencari angka ekivalen beban sumbu terhadap standart sumbu tunggal sebesar 8.16 ton adalah :

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (\text{Pers 2.9})$$

$$E \text{ sumbu ganda} = 0.086 \left(\frac{\text{beban sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (\text{Pers 2.10})$$

Untuk beban sumbu 1000 kg sampai dengan 16000 kg, hasil perhitungan angka ekivalen sumbu tunggal dan sumbu ganda pada tabel 2.9 dan untuk beban sumbu yang tidak tercantum didalam tabel dapat dihitung dengan cara distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan yang ditunjukan pada tabel 2.10.

Tabel 2.11 : Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan

Sumbu Beban		Angka Ekuivalen	
Kg	Lbs	Sumbu tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0.0002	-
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6014	0.0193	0.0016
4000	8818	0.0577	0.0050
5000	11023	0.1410	0.0121
7000	15432	0.5415	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794
8160	18000	1.0000	0.0860
9000	19000	1.4798	0.1273
10000	19841	2.2555	0.1940
11000	22046	3.0332	0.2840
12000	24251	4.6770	0.4022
13000	26455	6.4419	0.5540
14000	28660	8.6647	0.7452
15000	33069	11.4184	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

Sumber : Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1997

Tabel 2.12 : Distribusi Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAI KOSONG	UE 18 KSAI MAKSIMUM	
1.1 MP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	

Sumber : Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1997

2.2.5 Menentukan LHR

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam atau menit). Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata, dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu :

- a. **Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT)**, yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah kendaraan dalam 1 tahun}}{365} \quad (\text{pers 2.11})$$

LHRT dinyatakan dalam kendaraan/hari/2arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur menggunakan median.

- b. **Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)**, yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah kendaraan selama pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \quad (\text{Pers 2.12})$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur menggunakan median.

Data LHR cukup akurat jika :

- Pengamatan dilakukan pada interval waktu yang dapat menggambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama 1 tahun.
- Hasil LHR yang dipergunakan dalam perencanaan adalah harga rata-rata dari beberapa kali pengamatan atau telah melalui kajian lalu lintas.

2.2.6 Penentuan Faktor Regional (FR).

Faktor Regional adalah faktor setempat tentang keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar, dan perkerasan. Jadi dalam penentuan tebal perkerasan, faktor regional dipengaruhi oleh bentuk kelandaian dan tikungan, prosentasi kendaraan berat, serta iklim. Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lain. Penentuan faktor regional dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.13 : Faktor Regional

Curah Hujan	Kelandaian I <6%		Kelandaian II 6%-10 %		Kelandaian III >10%	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤30 %	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklim I < 900 mm/thn	0.5	1.0-1.5	1.5	2.0-2.5	1.5	2.0-2.5
Iklim II ≥900 mm/th	0.5	2.0-2.5	2.0	2.5-3.0	3.0	3.0-3.5
Catatan :						
<ul style="list-style-type: none"> • Pada bagian jalan tertentu seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30m) FR ditambah dengan 0,5 • Pada daerah rawa, FR ditambah dengan 1,0 						

2.2.7 Lintas Ekuivalen

Lintas Ekuivalen dipengaruhi oleh LHR, koefisien distribusi kendaraan dan angka ekuivalen (E). Lintas ekuivalen terdiri dari berbagai jenis :

A. Menentukan Lintas Ekuivalen Permukaan (LEP)

Adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton pada jalur rencana yang diduga terjadi pada awal umur rencana.

$$\text{LEP} = \sum_{j=1}^n \text{LHR}_j \times C_j \times E_j \quad (\text{Pers 2.13})$$

Dimana :

J : Jenis Kendaraan

E : Angka Ekuivalen Setiap Jenis Kendaraan

C : Koefisien Distribusi Kendaraan

B. Menentukan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Adalah jumlah lintas ekuivalen rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton pada akhir umur rencana.

$$\text{LEA} = \sum_{j=1}^n \text{LHR}_j (1 + i)^{\text{UR}} \times c_j \times E_j \quad (\text{Pers 2.14})$$

Dimana :

J : Jenis Kendaraan

E : Angka Ekuivalen Setiap Jenis Kendaraan

C : Koefisien Distribusi Kendaraan

i : Pertumbuhan Lalu Lintas

UR : Umur Rencana

C. Menentukan Lintas Ekuivalen Permukaan (LET)

Adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur yang direncanakan pada pertengahan umur rencana.

$$\text{LET} = \frac{\text{LEP} \times \text{LEA}}{2} \quad (\text{Pers 2.15})$$

Dimana :

LET : Lintas Ekuivalen Tengah

LEP : Lintas Ekuivalen Awal

LEA : Lintas Ekuivalen Akhir

D. Menentukan Lintas Ekuivalen Permukaan (LER)

Adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lalu lintas ekuivalen sumbu tunggal seberat 8.16 ton pada jalur rencana.

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \quad (\text{Pers 2.16})$$

Dimana,

$$\text{FP (Faktor Penyesuaian)} = \frac{\text{UR}}{10} \quad (\text{Pers 2.17})$$

Dimana :

LER : Lintas Ekuivalen Rencana

LET : Lintas Ekuivalen Tengah

FR : Faktor Penyesuaian

UR : Umur Rencana

2.2.8 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Penentuan Indeks Permukaan ada dua macam yaitu indeks permukaan awal pada umur rencana (IP_0) dan indeks permukaan akhir umur rencana (IP_t).

- Indeks permukaan awal umur rencana (IP_0)
Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan, kehalusan, serta kekokohan) pada awal umur rencana.
- Indeks permukaan akhir umur rencana (IP_t)
Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana yang harus diperhatikan adalah klarifikasi fungsi jalan dan jumlah lalu lintas rencana (LER).

Untuk dapat menentukan indeks permukaan maka terlebih dahulu melakukan pengamatan pada kondisi permukaan jalan. IP , IP_0 , IP_t dapat ditentukan berdasarkan tabel berikut ini :

Tabel 2.14 : Kinerja Struktur Perkerasan Jalan di Akhir Umur Rencana (IP)

IP	Kinerja Struktur Perkerasan
1,0	Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga mengganggu lalu lintas kendaraan.
1,5	Tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
2,0	Tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang kondisi baik.
2,5	Menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.
>2,5	Permukaan jalan masih stabil dan baik

Sumber : SNI-1732-1989

Tabel 2.15 : Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IP₀)

Jenis Lapis Permukaan	IP ₀	Roughness (mm/km)
Laston	≥4	≤1000
	3,9 - 3,5	>1000
Lasbutag	3,9 - 3,5	≤2000
	3,4 - 3,0	<2000
HRA	3,9 - 3,5	≤2000
	3,4 - 3,0	>2000
Burda	3,9 - 3,5	<2000
Burtu	3,4 - 3,0	<2000
Lapen	3,4 - 3,0	≤3000
	2,9 - 2,5	>3000
Latasbum	2,9 - 2,5	
Buras	2,9 - 2,5	
Latasir	2,9 - 2,5	
Jalan Tanah	≤2,4	
Jalan Kerikil	≤2,4	

Sumber : Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Bina Marga

Tabel 2.16 : Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP_i)

LER	Fungsi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
<10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10-100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100-1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : SNI-1732-1989

2.2.9 Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif.

Koefisien kekuatan relatif masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai dengan tes Marshall (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan dengan stabilisasi semen atau kapur) dan CAR (untuk bahan lapis pondasi atas atau lapis pondasi bawah)

Tabel 2.17 : Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Perkerasan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	CBR (%)	
0,40			744			Laston
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			Lasbutang
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA

0,26			340			Penetrasi Macadam
0,25						Lapen (mekanis)
0,20						Lapen (manual)
	0,28		590			Laston Atas
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15			22		Stabilisasi dengan semen
	0,13			18		
	0,15			22		Stabilisasi dengan kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Batu Pecah (kelas A)
	0,13				80	Batu Pecah (kelas B)
	0,12				60	Batu Pecah (kelas C)
		0,13			70	Sirtu (kelas A)
		0,12			50	Sirtu (kelas B)
		0,11			30	Sirtu (kelas C)
		0,10			20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : SNI-1732-1989

Tebal Minimum Lapis perkerasan dari berbagai macam bahan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.18 : Tebal Minimum Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3,00	5	Lapis Pelindung (Buras/Burda/Burtu)
3,00 – 6,70	5	Lapen.Aspal Macadam, HRA, Asbuton, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Laspen/Aspal Macadam, HRA, Asbuton, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Asbuton, Laston
≥10,00	10	Laston

Sumber : Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Bina Marga

Tabel 2.19 : Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20*	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.
	15	Laston atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.

$\geq 12,25$	25	Lapen, laston atas Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.
--------------	----	--

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 hal 16

Catatan : *Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15cm bila pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

2.2.10 Menentukan Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

ITP adalah angka yang menunjukkan nilai struktural perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapisan dengan mutu yang berbeda. Oleh karena itu untuk menentukan ITP diperlukan koefisien relatif sehingga tebal perkerasan setiap lapisan setelah dikalikan dengan koefisien relatif dapat dijumlahkan. Nilai ITP dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (\text{Pers 2.18})$$

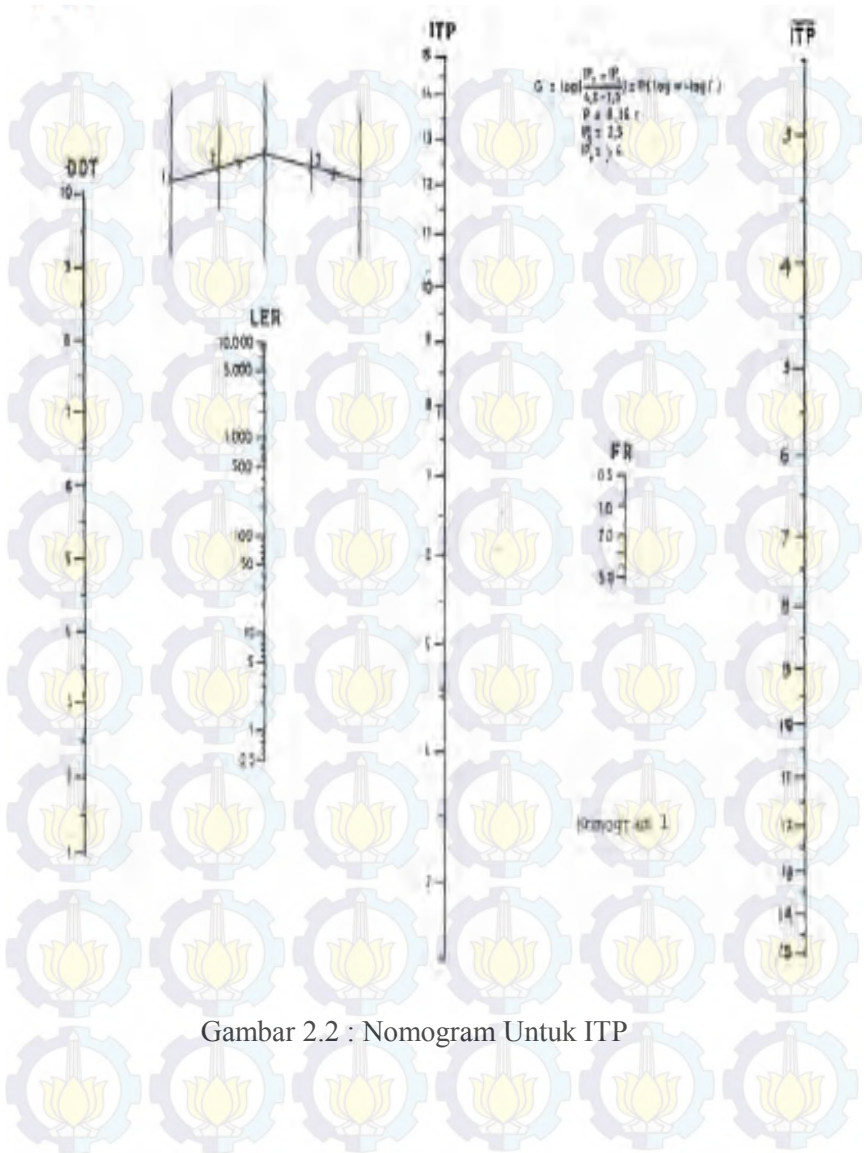
Dimana :

ITP = Indeks Tebal Perkerasan

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1,2 dan 3 masing-masing untuk lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah.



Gambar 2.2 : Nomogram Untuk ITP

2.3 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Lapisan tambahan dilakukan pada jalan yang sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya yang disebabkan karena konstruksi jalan yang kurang memadai atau kurang memenuhi syarat. Agar jalan tersebut dapat kembali mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, dan keamanan sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya maka diperlukan perencanaan tebal lapis tambahan. Oleh karena itu tujuan dari perencanaan tebal lapis tambahan (Overlay) adalah untuk meningkatkan atau untuk memperpanjang umur pelayanan jalan raya. Metode yang sering digunakan di Indonesia adalah metode analisa komponen SKBI 2.3.26.1987 dan metode Bina Marga 01/MN/B/1983.

Metode yang digunakan pada proyek akhir ini adalah metode Bina Marga 01/MN/B/1983 dimana untuk mengetahui struktur konstruksi jalan lama dengan menggunakan alat Benkelman Beam sebagai surveynya.

Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi data pada survey dengan menggunakan alat benkelman beam, antara lain :

1. Jenis Perkerasan Jalan

Jenis perkerasan jalan berpengaruh pada letak titik survei dari jumlah alat benkelman beam yang digunakan dan besar lendutan balik akibat momen beban AE 18 KSAL.

2. Data Lalu Lintas Kendaraan

Data lalu lintas kendaraan terdiri dari kendaraan ringan, kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor. Dalam perhitungan kapasitas jalan yaitu dengan membandingkan antara pengaruh seluruh kendaraan jalan dengan pengaruh dari satuan mobil penumpang.

3. Beban Truk

Beban truk yang digunakan pada survei mempengaruhi harga lendutan, dimana beban truck 8:16 ton, jika beban truk yang tidak memenuhi syarat, maka dikoreksi dengan faktor koreksi beban.

4. Musim

Musim dan lingkungan berpengaruh pada hasil survei. Karena pada waktu musim hujan akan menghasilkan lendutan lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau. Oleh karena itu, diperlukan faktor koreksi sebagai penyesuaian, seperti pada tabel 13 berikut :

Tabel 2.20 : Faktor Koreksi untuk Benkelman Beam

Faktor Koreksi (fe)	Kondisi Survey
0,9 – 1,0	Survey dilakukan pada lokasi yang kondisi drainesanya jelek dan akan dibuat lebih baik setekah survey
1,0	Survey dilakukan pada musim kemarau dan lokasi survey berada pada daerah muka air tinggi
1,0 – 1,5	Survey dilakukan pada akhir musim hujan Survey dilakukan pada awal musim kemarau atau hujan
1,15	Survey dilakukan pada musim kemarau

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya 1999

2.3.1 Faktor Umur Rencana

Faktor umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$N = \frac{1}{2} \left(1 + (1 + R)^n + 2(1 + R) \frac{(1+R)^{n-1} - 1}{R} \right) \quad (\text{Pers 2.19})$$

Dimana :

N = Faktor umur rencana

R = Perkembangan Lalu Lintas (%)

n = Umur rencana

Tabel 2.21 : Hubungan Faktor Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas

R \ N	2 %	4 %	5%	6%	8%	10%
1 Tahun	1,01	1,02	1,02	1,30	1,04	1,05
2 Tahun	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3 Tahun	3,09	3,18	3,23	2,30	3,38	3,48
4 Tahun	4,16	4,33	4,42	4,50	4,69	4,87
5 Tahun	5,25	5,33	5,66	5,30	6,10	6,41
6 Tahun	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7 Tahun	7,52	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8 Tahun	8,70	9,51	9,62	10,20	11,05	12,00
9 Tahun	9,85	10,19	11,30	11,84	12,99	14,26
10 Tahun	11,05	12,25	12,90	13,60	15,05	16,73
15 Tahun	17,45	20,25	22,15	23,90	28,30	33,26
20 Tahun	24,55	30,40	33,90	37,95	47,70	60,20

Sumber : Manual Pemeriksaan Perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam No. 01 MN 1983

2.3.2 Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana

Untuk menentukan jumlah lalu lintas secara akumulatif selama umur rencana dengan menggunakan rumus :

$$AE \ 13 \ KSAL = 365 \times N \sum m \times UE \ 18 \ KSAL \quad (\text{Pers 2.20})$$

Dimana :

AE 18 KSAL = *Accumulatif Equivalent 18 Kip Single Axle Load*

UE 18 KSAL = *Unit Equivalent 18 Kip Single Axle Load*

365 = Jumlah hari dalam 1 tahun

N = Faktor umur rencana yang sesuai dengan perkembangan lalu lintas

m = Jumlah masing-masing jenis kendaraan

Tabel 2.22 : Hubungan AE 18 KSAL dan Lebar Perkerasan

No	Lebar Perkerasan (m)	AE 18 KSAL
1	3,00 – 4,00	100% 365 N ($ITN_{kr} + ITN_{kb}$)
2	4,00 – 7,00	50% 365 N ($ITN_{kr} + ITN_{kb}$)
3	8,00 – 10,00	365 N (45% $ITN_{kr} + ITN_{kb}$)
4	11,00 – 16,00	365 N (30% $ITN_{kr} + ITN_{kb}$)
5	17,00	365 N (80% $ITN_{kr} + ITN_{kb}$)

Sumber : Manual Pemeriksaan Perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam No. 01 MN B 1983

2.3.3 Perhitungan Faktor Keseragaman untuk Lendutan Balik

Setelah mendapatkan data-data dari Benkelman Beam Test, maka data-data lendutan balik yang kurang seragam perlu diseragamkan, rumus yang digunakan :

$$Fk = \frac{S}{d} \times 100 \% \quad (\text{Pers 2.21})$$

$$S = \frac{\sqrt{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}}{\sqrt{n(n-1)}} \quad (\text{Pers 2.22})$$

$$d = \frac{\sum d}{n} \quad (\text{Pers 2.23})$$

$$D_{\text{Wakil}} = d_R + k.S \quad (\text{Pers 2.24})$$

Dimana :

Fk = Faktor keseragaman

S = Standar Deviasi

d = Lendutan balik rata-rata

D_{Wakil} = Lendutan balik untuk mewakili satu segmen jalan

K = 2, tingkat kepercayaan 98 % digunakan untuk jalan arteri atau tol

K = 1,64, tingkat kepercayaan 95 %, digunakan untuk jalan kolektor

K = 1,28, tingkat kepercayaan 90 %, digunakan untuk jalan lokal

Untuk melihat golongan faktor keseragaman dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.23 : Faktor Keseragaman

Nilai FK	Keadaan
<15%	Sangat Sergam
15% - 20%	Seragam
20% - 25%	Baik
25% - 30%	Cukup
30% - 40%	Jelek
>40%	Tidak Seragam

Sumber : Manual Pemeriksaan Perkerasan jalan dengan alat Benkelman Beam No. 01 MN B 1983

2.3.4 Menentukan lendutan yang mewakili

Besarnya lendutan balik segmen untuk masing-masing fungsi jalan :

Jalan Arteri / Tol $D = \bar{d} + 2s$ (Pers 2.25)

Jalan Kolektor $D = \bar{d} + 1.64s$ (Pers 2.26)

Jalan Lokal $D = \bar{d} + 1.28s$ (Pers 2.27)

Dimana :

D = Lendutan balik yang mewakili seksi jalan

s = Standart deviasi

\bar{d} = Lendutan balik rata-rata dalam suatu seksi jalan, dengan menggunakan rumus :

$$\left(\frac{\sum d}{n} \right) \quad (\text{Pers 2.28})$$

Dimana :

n = Jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

d = Lendutan balik yang mewakili seksi jalan

Dimana fungsi lendutan balik yang mewakili adalah untuk menentukan tebal lapis tambahan yang akan dipakai sebagai lapisan permukaan perkerasan.

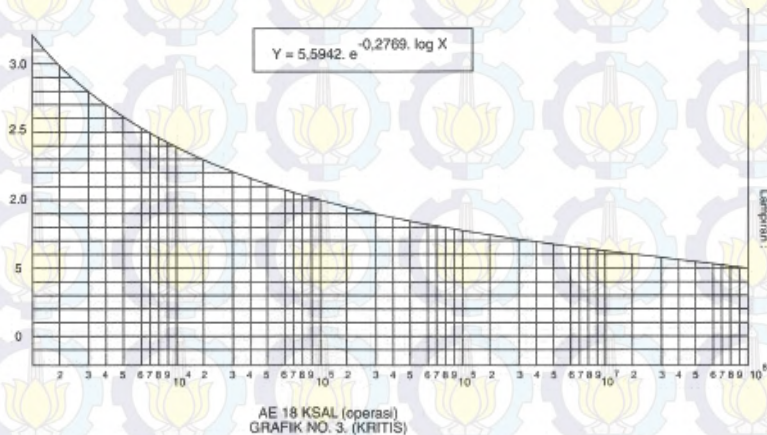
2.3.5 Perhitungan LHR dan Jumlah Jalur

Setelah data lendutan balik yang mewakili tiap segmen jalan diketahui maka data lalu lintas diperlukan dalam perhitungan. Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median, dan masing-masing arah pada jalan dengan median. Jumlah lalu lintas rencana ditentukan atas dasar jumlah jalur dan jenis kendaraan.

Menentukan besar jumlah ekivalen harian rata-rata dari satuan 8,16 ton (18000 lbs) beban as tunggal dengan cara menjumlahkan hasil perkalian masing-masing jenis lalu lintas harian rata-rata tersebut, baik kosong maupun padat dengan faktor ekivalen yang disesuaikan.

2.3.6 Lendutan Balik yang Diijinkan

Untuk mendapatkan tebal lapisan yang aman maka perencanaan harus berdasar pada lendutan balik yang diijinkan. Data lendutan balik pada umumnya dinyatakan dalam bentuk grafik. Hubungan AE 18 KSAL dengan lendutan balik yang diijinkan dapat dilihat pada gambar grafik 2.3 sebagai berikut :



Gambar 2.3 : Grafik Lendutan Balik yang Diijinkan

2.4 Kontrol Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan raya perlu dipertimbangkan aspek kenyamanan. Untuk itu perlu dilakukan kontrol terhadap geometrik jalan yang direncanakan untuk mengetahui jenis geometrik yang pantas dilaksanakan. Umumnya geometrik pada jalan raya terbagi menjadi dua yaitu :

1. Alinyemen Horisontal
2. Alinyemen Vertikal

2.4.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal yang dikenal dengan “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinyemen jalan terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometri pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan dengan kecepatan tertentu. Untuk perencanaan alinyemen horizontal diusahakan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan.

R minimum didapatkan dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{v^2}{127 (em + fm)} \quad (\text{Pers 2.29})$$

Dimana :

R = jari – jari lengkung minimum (m)

V = kecepatan rencana (Km/jam)

em = kemiringan tikungan maksimum (%)

fm = koefisien gesek melintang maksimum

Tabel 2.24 : Harga R min dan D maks untuk beberapa Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana	E maks (m/m')	F (maks)	R min (Perhitungan)	R Min Desain (m)	D Maks Desain (°)
40	0,1 0,08	0,166	47,363 51,213	47 51	30,48 28,09
50	0,1 0,08	0,160	75,858 82,192	76 82	18,85 17,47
60	0,1 0,08	0,153	112,041 121,659	111 122	12,79 11,74
70	0,1 0,08	0,147	156,522 170,343	157 170	9,12 8,43
80	0,1 0,08	0,140	209,974 229,062	210 229	6,82 6,25
90	0,1 0,08	0,128	280,350 307,371	280 307	5,12 4,67
100	0,1 0,08	0,115	366,233 403,796	366 404	3,91 3,55
110	0,1 0,08	0,103	470,497 522,058	470 522	3,05 2,74
120	0,1 0,08	0,090	596,769 666,976	597 667	2,40 2,15

Sumber : Buku 1 Geometrik jalan hal 58, Ir. Hamirhan Saodang MSCE

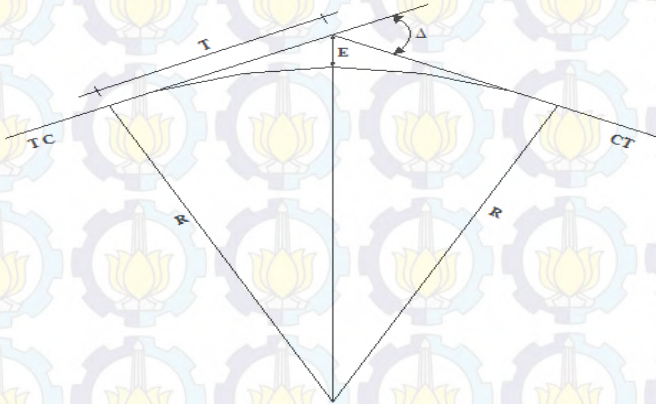
A. Bentuk-Bentuk Tikungan Horizontal

Dalam perencanaan tikungan horizontal terdiri atas tiga bentuk tikungan, yaitu :

1. Tikungan Full Circle
2. Tikungan Spiral-Circle-Spiral
3. Tikungan Spiral-Spiral

1) Tikungan Full Circle

Tikungan full circle yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh yang memiliki jari2 besar dan sudut tangent yang relatif kecil.



Gambar 2.5 : Tikungan Full Circle

Keterangan :

TC = Bentuk peralihan dari bentuk lurus ke circle.

Δ = Sudut perpotongan antar 2 garis.

T = Jarak antara TC ke titik pertemuan antar 2 garis.

CT = Bentuk peralihan dari circle ke lurus.

R = Jari-jari lengkung

E = Jarak dari titik perpotongan 2 garis ke lengkung peralihan

Rumus-Rumus yang digunakan adalah

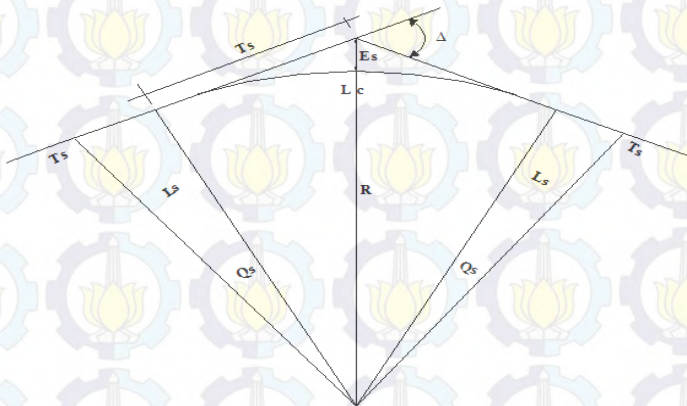
$$T = R \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta \quad (\text{Pers 2.30})$$

$$E = T \operatorname{tg} \frac{1}{4} \Delta \quad (\text{Pers 2.31})$$

$$L = \frac{\Delta 2R}{360} \quad (\text{Pers 2.32})$$

2) Bentuk tikungan Spiral-Circle-Spiral

Tikungan spiral-circle-spiral yaitu tikungan yang terdiri dari 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral. Selain itu lengkung spiral merupakan peralihan dari lurus ke bagian spiral. Tikungan ini dipakai apabila jari-jari lebih kecil dari batasan yang ditentukan untuk bentuk Full Circle.



Gambar 2.6 : Tikungan Spiral-Circle-Spiral

Keterangan :

TS = Bentuk peralihan dari bentuk lurus ke spiral.

ST = Bentuk peralihan dari bentuk spiral ke lurus

LS = panjang lengkung spiral.

LC = Panjang lengkung circle

Δ = Sudut perpotongan antar 2 garis.

R = Jari-jari lengkung

E_s = Jarak dari titik perpotongan 2 garis ke lengkung peralihan.

Θ_s = sudut pusat lengkung spiral

Δ_c = Sudut Pusat busur lingkaran

Rumus-rumus yang digunakan :

$$\Theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} \quad (\text{Pers 2.33})$$

$$\Delta c = \Delta \Theta_s \quad (\text{Pers 2.34})$$

$$L_c = \frac{(\Delta c \cdot 2\pi \cdot R_c)}{360} \quad (\text{Pers 2.35})$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6R} \quad (\text{Pers 2.36})$$

$$X_c = L_s \frac{L_s^3}{40R^2} \quad (\text{Pers 2.37})$$

$$K = X_c R \sin \Theta_s \quad (\text{Pers 2.38})$$

$$p^* = Y_c - R(1 - \cos \Theta_s) \quad (\text{Pers 2.39})$$

Diperoleh p^*

$$p = p^* \times L_s \quad (\text{Pers 2.40})$$

$$k^* = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin \Theta_s \quad (\text{Pers 2.41})$$

Diperoleh k^*

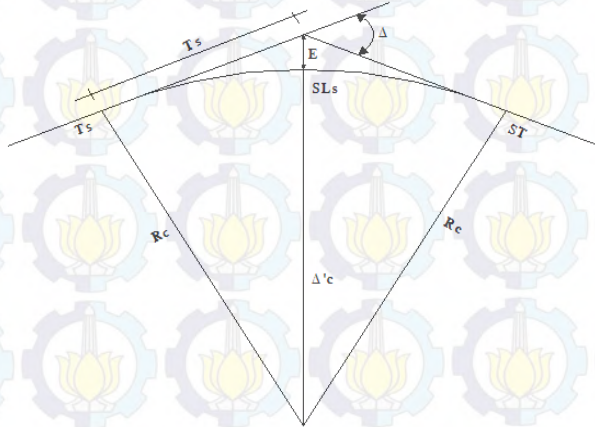
$$k = k^* \times L_s \quad (\text{Pers 2.42})$$

$$T_s = (R+P) \tan \frac{\Delta}{2} + K \quad (\text{Pers 2.43})$$

$$E_s = \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} R \quad (\text{Pers 2.44})$$

3) Bentuk Tikungan Spiral-Spiral

Tikungan spiral-spiral yaitu tikungan yang terdiri atas 2 lengkung spiral. Tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam.



Gambar 2.7 : Tikungan Spiral-Spiral

Rumus-rumus yang digunakan adalah :

$$\Delta = \Theta_s \quad (\text{Pers 2.45})$$

$$L = 2 L_s \quad (\text{Pers 2.46})$$

$$L_c = \frac{\Theta_s \pi R_c}{90} \quad (\text{Pers 2.47})$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R_c} R (\cos \Theta_s) \quad (\text{Pers 2.48})$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40R_c^2} R \sin \Delta c \quad (\text{Pers 2.49})$$

B. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung yang berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari lurus sampai bagian lengkung jalan berjari – jari tetap. Lengkung peralihan mengurangi gaya sentrifugal berangsur-angsur mulai dari nol sampai mencapai maksimum dan berangsur menjadi nol kembali.

C. Tikungan Gabungan

Tikungan gabungan dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

1. Tikungan gabungan searah, yaitu tikungan gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama tetapi jari – jari yang berbeda.
2. Tikungan gabungan balik arah , yaitu tikungan gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda. Setiap tikungan balik arah harus dilengkapi dengan batu lurus diantara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 30 meter.

2.4.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah proyeksi jalan terhadap tegak lurus bidang gambar. Alinyemen vertikal terdiri dari dua bagian lengkung. Ditinjau dari perencanaan titik awal, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan) atau landai negatif (turunan) atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

A. Bentuk – bentuk lengkung vertikal

Dalam perencanaan lengkung vertikal terdiri atas dua bentuk lengkung vertikal, yaitu :

1. Lengkung vertikal cembung
2. Lengkung vertikal cekung

1) Lengkung Vertikal Cembung

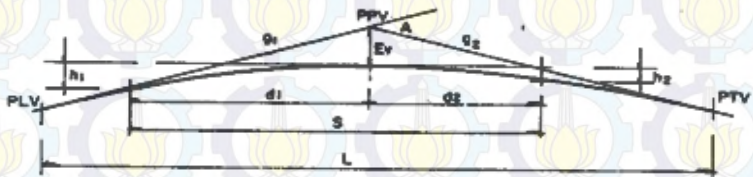
Lengkung vertikal cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang :

- a. Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$)

Persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap. Apabila digunakan jarak pandang henti, dimana $h_1 = \text{cm}$ dan $h_2 = 120 \text{ cm}$, maka persamaan yang digunakan adalah :

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \quad (\text{Pers 2.50})$$

$$L = \frac{AS^2}{399} \quad (\text{Pers 2.51})$$



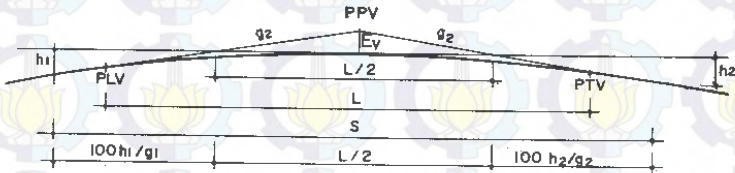
Gambar 2.8 : Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$)

- b. Jarak pandang berada diluar dan didalam daerah lengkung ($S > L$)

Persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap. Apabila digunakan jarak pandang henti, dimana $h_1 = \text{cm}$ dan $h_2 = 120 \text{ cm}$, maka persamaan yang digunakan adalah :

$$L = 2s - \frac{200(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A} \quad (\text{Pers 2.52})$$

$$L = 2S - \frac{399}{A} \quad (\text{Pers 2.53})$$



Gambar 2.9 : Jarak pandang berada diluar dan didalam daerah lengkung ($S > L$)

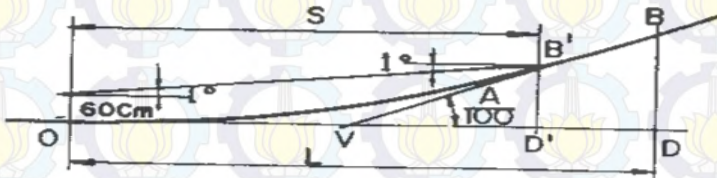
2) Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung dipengaruhi oleh jarak penyinaran lampu kendaraan. Pada perencanaan tinggi lampu yang digunakan adalah 60 cm dengan sudut penyebaran sinar sebesar 1° . Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan depan dibedakan menjadi dua keadaan.

- Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $< L$

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyinaran 1°

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50 S} \quad (\text{Pers 2.54})$$

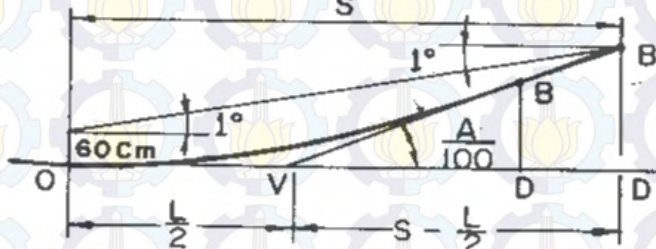


Gambar 2.10 : lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $< L$

- b. Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyinaran 1°

$$L = 2s - \frac{120 + 3.50 S}{A} \quad (\text{Pers 2.55})$$



Gambar 2.11 : Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$

Tabel 2.25 : Jarak Pandang Henti (J_h) Minimum

V_R (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Bina Marga

Tabel 2.26 : Jarak Pandang Mendahului (J_d)

V_R (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Bina Marga

B. Landai Maksimum Jalan

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan perseneleng rendah.

Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_R .

Tabel 2.27 : Landai Relatif Berdasarkan Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (km/jam)	100	80	60	50	40	30	20
Landai Tepi Perkerasan	1/200	1/150	1/125	1/115	1/100	1/75	1/50

Sumber : Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

2.4.3 Superelevasi

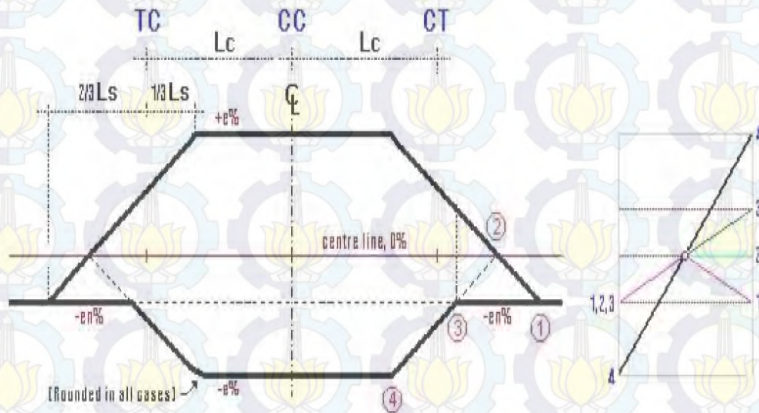
Nilai superelevasi yang tinggi mengurangi gaya gesek ke samping dan menjadikan pengemudi pada tikungan lebih bergerak perlahan mengitari suatu tikungan lebih nyaman. Tetapi batas praktis berlaku untuk itu. Ketika superelevasi tinggi, maka bekerja gaya negatif ke samping jika pengemudi mengemudikannya ke sebelah atas lereng atau berlawanan dengan arah lengkung mendatar. Bina Marga (luarkota) menganjurkan superelevasi maksimum 10 % untuk kecepatan rencana >30 km/jam dan 8% untuk kecepatan rencana <30 km/jam. Sedangkan untuk jalan dalam kota dapat dipergunakan superelevasi maksimum 6 %.

2.4.4 Diagram Superelevasi

Diagram superelevasi menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal ke superelevasi penuh sehingga dengan menggunakan diagram superelevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di lengkung horizontal. Macam-macam diagram superelevasi ada tiga, yakni :

1. Diagram superelevasi full circle

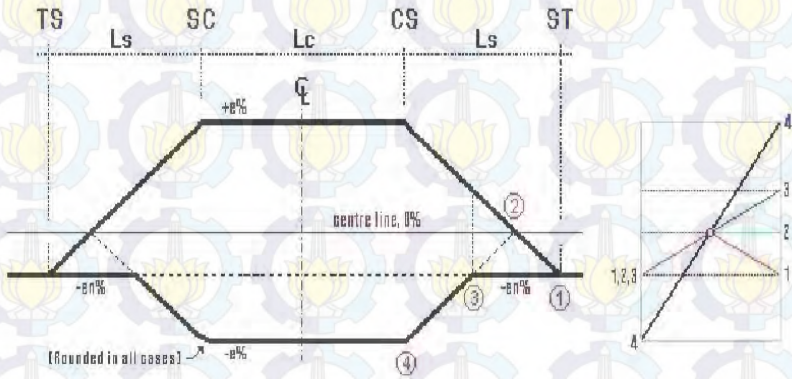
Meskipun tidak mempunyai lengkung peralihan pada full circle diperlukan suatu lengkung peralihan fiktif (L_s) dimana $\frac{3}{4}$ bagian berada pada daerah tangent sedangkan $\frac{1}{4}$ bagian pada busur lingkaran.



Gambar 2.12 : Diagram Superelevasi Full Circle

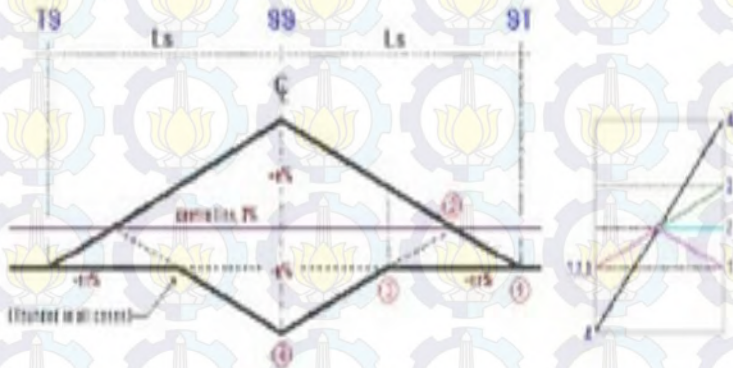
2. Diagram superelevasi spiral-circle-spiral

Pada diagram superelevasi ini pencapaian kemiringan dari en ke max terjadi pada bagian spiral.



Gambar 2.13 : Diagram Superelevasi Spiral-Circle-Spiral

3. Diagram superelevasi spiral-spiral



Gambar 2.14 : Diagram Superelevasi Spiral-Spiral

Untuk mencari L_s' menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_s' = B \times e_m \times m \quad (\text{pers 2.56})$$

Dimana :

L_s' = Panjang Lengkung Peralihan Fiktif (m)

B = Lebar perkerasan 1arah (m)

e_m = Kemiringan Melintang Maksimum Relatif (%) (tabel 2.28)

$$m = \frac{1}{\text{landai relatif maksimum tepi perkerasan}} \quad (\text{tabel 2.27})$$

Tabel 2.28 : Perhitungan e dan L_s minimum

D	R	v = 50		v = 60		v = 70	
	meter	e	L_s	e	L_s	e	L_s
°15	5730	LN	0	LN	0	LN	0
°30	2864	LN	0	LN	0	LP	40
°45	1910	LN	0	LP	40	LP	40
°15	1432	LP	30	LP	40	0,02	40
°30	1150	LP	30	LP	40	0,022	40
°45	956	LP	30	0,021	40	0,028	40
°00	840	LP	30	0,025	40	0,032	40
°30	717	0,02	30	0,028	40	0,038	40
°00	574	0,023	30	0,034	40	0,045	40
°30	478	0,029	30	0,04	40	0,054	50
°00	410	0,034	30	0,047	40	0,062	50
°30	358	0,037	30	0,052	40	0,068	60
°00	319	0,042	30	0,057	50	0,074	60
°00	287	0,045	30	0,062	50	0,079	70
°00	239	0,053	40	0,071	50	0,088	70
°00	205	0,06	40	0,079	60	0,094	70

°00	180	0,067	40	0,086	60	0,097	80
°00	160	0,072	50	0,091	60	0,1	80
°00	143	0,077	50	0,095	70	0,1	80
°00	130	0,082	50	0,097	70	D maks = 9,13°	
°00	120	0,086	60	0,099	70		
°00	110	0,09	60	0,1	70	D maks = 12,79°	
°00	103	0,093	60				
°00	96	0,095	60				
°00	90	0,097	60				
°00	84	0,099	60				
°00	80	0,1	60				
°01	76	D maks = 18,85°					

Sumber : Buku 1 Geometrik jalan hal 239, Ir. Hamirhan Saodang MSCE

2.5 Jenis – Jenis Kerusakan Jalur Lalu Lintas

2.5.1 Retak

a) Retak Halus

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Lebar celah ≤ 3 mm
- Penyebaran setempat / luas
- Meresapkan air
- Akan berkembang menjadi

Penyebab :

- Bahan perkerasan kurang baik
- Pelapukan permukaan air tanah
- Tanah dasar dan atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil

b) Retak Kulit Buaya

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Lebar celah ≥ 3 mm
- Saling berangkai membentuk kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya
- Meresapkan air
- Akan berkembang menjadi lubang akibat pelepasan butir butiran

Penyebab :

- Sokong dari samping kurang baik
- Pelapukan permukaan air tanah
- Tanah dasar dan atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil

c) Retak Pinggir

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu meresapkan air
- Akan berkembang menjadi besar yang diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak

Penyebab :

- Sokong dari samping kurang baik
- Bahan di bawah retak pinggir kurang baik
- Penyusutan tanah
- Drainase kurang baik

d) Retak Pertemuan Perkerasan dan Bahu

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Memanjang dan terjadi pada bahu aspal
- Meresapkan air
- Akan berkembang menjadi besar yang diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak

Penyebab :

- Permukaan bahu lebih tinggi dari permukaan perkerasan
- Penurunan bahu
- Penyusutan bahan baku dan atau bahan perkerasan
- Roda kendaraan berat yang menginjak bahu

e) Retak Sambungan Jalan

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Memanjang dan terletak pada sambungan dua jalur lalu lintas
- Meresapkan air
- Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar

Penyebab :

- Ikatan sambungan kurang baik

f) Retak Sambungan Pelebaran

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Memanjang dan terletak pada sambungan antara perkerasan lama dengan jalan lama
- Meresapkan air
- Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar

Penyebab :

- Ikatan sambungan kurang baik
- Perbedaan kekuatan jalan pelebaran dengan jalan lama

g) Retak Refleksi

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Memanjang/ diagonal/melintang/ kotak
- Terjadi pada lapis tambahan yang menggambarkan pola retak perkerasan dibawah
- Meresapkan air
- Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar

Penyebab :

- Pergerakan vertical/ horizontal dibawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada tanah datar yang ekspansif

h) Retak Susut

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Saling bersambunagn membentuk kotak besar dengan sudut tajam
- Meresapkan air
- Diikuti dengan pelepasan butiran pada tepi retak sehingga timbul lubang

Penyebab :

- Perubahan volume perkerasan yang mengandung terlalu banyak aspal dengan penetrasi rendah

i) Retak Selip

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Berbentuk lengkung menyerupai bulan sabit
- Meresapkan air
- Diikuti dengan pelepasan butiran pada tepi retak sehingga berkembang menjadi lubang

Penyebab :

- Lapis pengikat kurang berfungsi
- Agregat halus terlalu banyak
- Lapis permukaan kurang padat

2.5.2 Cacat Permukaan

a. Lubang

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Seperti mangkok
- Mengurangi kenyamanan
- Menampung/meresapkan air
- Membahayakan pengguna jalan
- Berkembang menjadi lubang yang semakin dalam

Penyebab :

- Aspal kurang (kurus)
- Butir halus terlalu banyak atau terlalu sedikit
- Agregat pengunci kurang
- Drainase kurang baik
- Lapis permukaan terlalu tipis

b. Pelepasan butiran

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Luas
- Mengurangi kenyamanan
- Menampung/meresapkan air
- Permukaan kasar
- Berkembang menjadi lubang

Penyebab :

- Pemadatan kurang
- Agregat kotor atau lunak
- Aspal kurang
- Pemanasan campuran terlalu tinggi

c) Pengelupasan Lapisan Permukaan

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Merata / luas
- Berkembang menjadi lubang

Penyebab :

- Ikatan antara lapis permukaan dan tapi dibawahnya kurang
- Lapis permukaan terlalu tipis

2.5.3 Pengausan**a. Pengausan**

Bentuk/sifat/Tingkatan :

- Permukaan licin luas
- Membahayakan pengguna jalan

Penyebab :

- Agregat tidak tahan aus terhadap roda kendaraan
- Bentuk agregat bulat dan Licin

2.6 Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat di tepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah di sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area.

Drainase pada tepi jalan dimaksudkan untuk menampung, mengalirkan, dan membuang air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada.

Permukaan perkerasan, bahu jalan serta saluran drainase dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan.

Tabel 2.29 : Kemiringan Melintang dan Bahu Jalan

No	Jenis lapis Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal i (%)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Sedangkan kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.30 : Hubungan kemiringan selokan samping dan jenis material

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping (%)
Tanah Asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

2.6.1 Analisa Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi yaitu :

1. Curah hujan

Merupakan curah hujan harian maksimum dalam 1 tahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Dalam perencanaan drainase data curah hujan dipergunakan data curah hujan maksimum selama setahun. Jumlah data curah hujan minimum selama 10 tahun terakhir.

2. Periode ulang

Merupakan suatu kemungkinan dimana terjadi atau terlampauinya tinggi hujan tertentu. Karakteristik hujan tertentu dapat menunjukkan periode ulang tertentu pula. Untuk perencanaan drainase tepi jalan periode hujan yang dipergunakan selama lima tahun.

3. waktu curah hujan

Waktu hujan adalah lamanya terjadinya suatu periodik hujan. Lamanya curah hujan harian terkonsentrasi selama 4jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari hujan 24jam.

4. Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh pada periode tertentu biasanya dalam satuan mm/jam. Intensitas dipengaruhi oleh tiga poin sebelumnya yakni curah hujan, periode ulang hujan, dan waktu hujan. Dalam SNI untuk menghitung intensitas hujan digunakan analisa distribusi frekwensi dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (\text{Pers 2.57})$$

$$X_t = \bar{X} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad (\text{Pers 2.58})$$

$$I = \frac{90 \% \times X_t}{4} \quad (\text{Pers 2.59})$$

Keterangan :

S_x = Standart deviasi

X_t = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun
(mm/jam)

X = Tinggi hujan Maksimum

\bar{X} = Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_n = Nilai Berdasarkan jumlah data curah hujan

S_n = Standart deviasi yang merupakan fungsi n

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Tabel 2.31 : Variasi Yt

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2505
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

Tabel 2.32 : Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

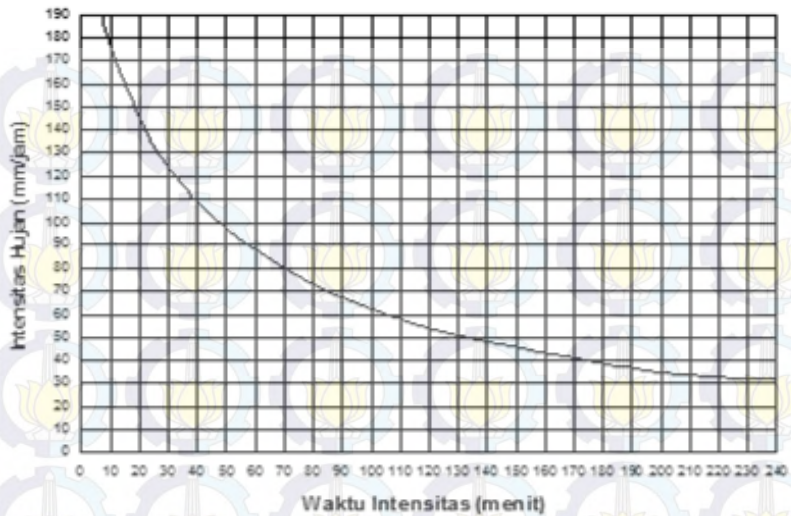
Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

Tabel 2.33 : Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

Untuk menentukan intensitas hujan rencana digunakan kurva basis dimana harga I (intensitas hujan) rencana $T_c = 240$ menit. Harga I yang dipakai pada perhitungan diperoleh dengan cara memplotkan harga T_c pada waktu konsentrasi memotong garis lengkung intensitas hujan rencana, kemudian tarik garis lurus memotong ke arah garis intensitas hujan (mm/jam).



Gambar 2.15 : Grafik Intensitas Curah Hujan

5. Waktu konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh pada daerah pengairan ke lokasi drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan saluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad (\text{Pers 2.60})$$

Untuk mendapatkan inlet time (t_1) diperlukan rumus :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \quad (\text{Pers 2.61})$$

t_2 = time of flow adalah waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mengalir melalui drainase dari suatu titik ke titik yang lain. Untuk mendapatkan time of flow menggunakan rumus :

$$t_2 = \frac{L}{30 V} \quad (\text{Pers 2.62})$$

Dimana :

t_1 = Waktu inlet adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mencapai lokasi drainase dari titik terjauh yang terletak di catchman area

t_2 = Time of flow adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir melalui drainase.

L = Panjang saluran (m)

Nd = koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = kecepatan air rata-rata

Tabel 2.34 : Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dengan Koefisien Hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	Nd
1. Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2. Permukaan licin dan kedap air	0,020
3. Permukaan licin dan kokoh	0,100
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5. Padang rumput dan rerumputan	0,400
6. Hutan gundul	0,600
7. Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai kasar	0,800

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

Kecepatan rata-rata yang diizinkan didasarkan pada jenis material dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.35 : Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	0,60 – 1,80
Beton	0,60 – 3,00
Beton bertulang	0,60 – 3,00

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

6. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan daerah sekitarnya. Untuk mendapatkan luas daerah pengaliran menggunakan rumus

$$L = L1 + L2 + L3 \quad (\text{Pers 2.63})$$

$$A = L(L1 + L2 + L3) \quad (\text{Pers 2.64})$$

Dimana :

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L1 = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan sampai bahu

L3 = Tergantung dari daerah setempat dan panjang maksimum adalah 100m

A = Luas daerah pengaliran

7. Koefisien Pengaliran (C)

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan :

$$C_{gabungan} = \frac{\sum Ci \times Ai}{\sum Ai} \quad (\text{Pers 2.65})$$

Dimana :

Ci = koefisien pengaliran

Ai = luas daerah pengaliran

Tabel 2.36 : Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Perngaliran

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1.	Jalan beton dan jalan beraspal	0,70 – 0,95
2.	Jalan berkerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3.	Bahu jalan	
	• Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	• Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	• Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	• Batuan masif lunak	0,60 – 0,75
4.	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5.	Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
6.	Daerah industri	0,60 – 0,90
7.	Pemukiman padat	0,40 – 0,60
8.	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9.	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10.	Persawahan	0,45 – 0,60
11.	Perbukitan	0,70 – 0,80
12.	Pegunungan	0,75 – 0,90

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

8. Analisa Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa diatas, maka debit air yang melalui saluran dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (\text{Pers 2.66})$$

Dimana :

Q = Debit air (m/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Km²)

2.6.2 Dimensi Saluran Tepi

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan seperti kondisi tanah dasar, kecepatan aliran air yang masuk, dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah. Saluaran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu untuk menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan dan penguasaan jalan.

Pada umunya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan. Pada keadaan dimana bagian – bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam (grade $\geq 5\%$) maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan grade $\pm 5\%$) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi oleh air, maka saluran tepi dibuat dari pasangan batu.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi adalah :

- a. Kecepatan aliran dalam saluran tepi tidak boleh terlalu besar sebab akan menyebabkan penggerusan saluran oleh aliran air.
- b. Sebaliknya, kecepatan aliran air tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

1. Kemiringan Saluran (i)

Kemiringan tanah ditempat saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan dan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus :

Rumus kemiringan lapangan :

$$i = \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\% \quad (\text{Pers 2.67})$$

Rumus kemiringan secara perhitungan :

$$i = \left(\frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad (\text{Pers 2.68})$$

Dimana :

i = Kemiringan tanah

t₀ = Tinggi tanah pada bagian tertinggi (m)

t₁ = Tinggi tanah pada bagian terendah (m)

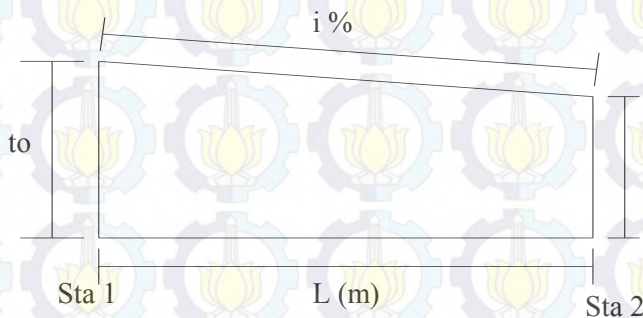
V = kecepatan aliran (m/detik)

n = Koefisien kekerasan Manning

R = Jari-jari Hidrolik

F = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)



Gambar 2.16 : Kemiringan Saluran

2. Jari-Jari Hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{O} \quad (\text{Pers 2.69})$$

$$O = 2H + B \quad (\text{Pers 2.70})$$

Dimana :

R = jari-jari hidrolis (%)

A = Luas penampang basah (m^2)

O = Keliling basah (m)

H = Tinggi saluran (m)

B = Lebar Saluran (m)

3. Hubungan Antara Debit Aliran, Kecepatan Aliran Dan Luas Penampang

$$Q = V \times A \quad (\text{Pers 2.71})$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m^3/dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

A = Luas penampang saluran (m^2)

4. Luas Penampang Pada Saluran Tepi Dengan Penampang trapesium

$$F_d = (b_1 + b_2) \times h \quad (\text{Pers 2.72})$$

Dimana :

F_d = Luas penampang saluran (m^2)

b₁ = Lebar saluran bagian atas (m)

b₂ = Lebar saluran bagian bawah (m)

h = Tinggi saluran (m)

5. Kecepatan Aliran Rata-Rata

Kecepatan aliran rata-rata diperoleh dari rumus manning sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Pers 2.73})$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran manning

R = Jari-jari hidrolis

i = Kemiringan saluran

Tabel 2.37 : Nilai n

No	Tipe Saluran	Harga n			
		Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
SALURAN BATUAN					
1.	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2.	Saluran tanah dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3.	Saluran pada dinding batuan, lurus teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4.	Saluran pada dinding batuan tidak lurus, tidak teratur.	0,035	0,040	0,045	0,045
5.	Saluran batuan diledakkan, ada tumbu-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6.	Dasar Saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7.	Saluran lengkung, dengan kecepatan rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
SALURAN ALAM					
8.	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
		0,030	0,033	0,035	0,040
9.	Seperti no.8 tetapi ada timbunan atau kerikil	0,033	0,035	0,040	0,045

10	Melengkung, bersih, berlubang dan berinding pasir	0,040	0,045	0,050	0,055
11	Seperti no.10, dangkal, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,050
12	Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuhan	0,045	0,050	0,055	0,060
13	Seperti no.11, sebagian berbatu	0,050	0,060	0,070	0,080
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,075	0,100	0,125	0,150
15	banyak tumbuh-tumbuhan				
SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI					
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no.16, dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

2.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil perencanaan di lapangan. Perkiraan biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan.

Volume pekerjaan merupakan jumlah pekerjaan dalam suatu satuan. Untuk menghitung volume pekerjaan dapat dihitung dengan melihat pada gambar design baik long section ataupun cross section.

Harga satuan pekerjaan diperoleh dari proses perhitungan masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilaksanakan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah, tenaga, dan peralatan terlebih dahulu menentukan asumsi-asumsi dan faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan dasar ditambah dengan biaya umum dan laba menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Untuk Perhitungan rencana anggaran biaya dalam proyek akhir ini digunakan daftar analisa harga satuan pokok pekerjaan tahun 2012 yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi suatu perencanaan jalan adalah cara atau urutan kerja suatu perhitungan perencanaan jalan untuk mendapatkan hasil dari tebal perkerasan, pelebaran jalan, overlay dan dimensi saluran yang dibutuhkan

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

3.2 Persiapan

Persiapan meliputi serangkaian kegiatan yang meliputi :

1. Mengurus surat-surat yang diperlukan proyek akhir ini, surat pengantar dari Kaprodi yang ditunjukkan kepada suatu instansi.
2. Mencari informasi sekaligus mengumpulkan data-data dari instansi yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur.
3. Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan Proyek Akhir.

3.3 Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan proyek akhir, dilakukan pengumpulan data-data sebagai berikut :

DATA	SUMBER
Peta Topografi dan Peta Lokasi Proyek	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur
LHR	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

CBR Tanah Dasar	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur
Gambar <i>Long Section</i> dan <i>Cross Section</i>	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur
Harga Satuan Pekerjaan	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur
Curah Hujan	Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur
Benkelman Beam	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

3.4 Survei Lokasi

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi proyek yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan (Data Primer).

3.5 Analisa Peningkatan Jalan

1. Analisa kebutuhan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - Analisa data jumlah kendaraan
 - Analisa data CBR
2. Perencanaan tebal perkerasan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - LHR awal dan akhir
 - Lintasan ekivalen tengah dan lintasan ekivalen rencana
3. Perencanaan tebal lapisan tambahan (overlay) dalam merencanakan tebal lapisan tambahan antara lain :
 - Perhitungan faktor umur rencana
 - Perhitungan unit ekivalen beban sekunder
 - Perhitungan akumulatif ekivalen beban Sekunder
 - Menghitung lendutan balik yang diijinkan

4. Merencanakan saluran tepi

Dalam merencanakan saluran tepi yang perlu dihitung antara lain :

- Menghitung waktu konsentrasi
- Menghitung intensitas hujan
- Menghitung koefisien pengaliran
- Menghitung debit air
- Menghitung dimensi saluran

3.6 Menggambar teknis hasil perencanaan

Pada tahap ini gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan.

3.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pada Tahap ini berupa perhitungan biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan.

3.8 Kesimpulan

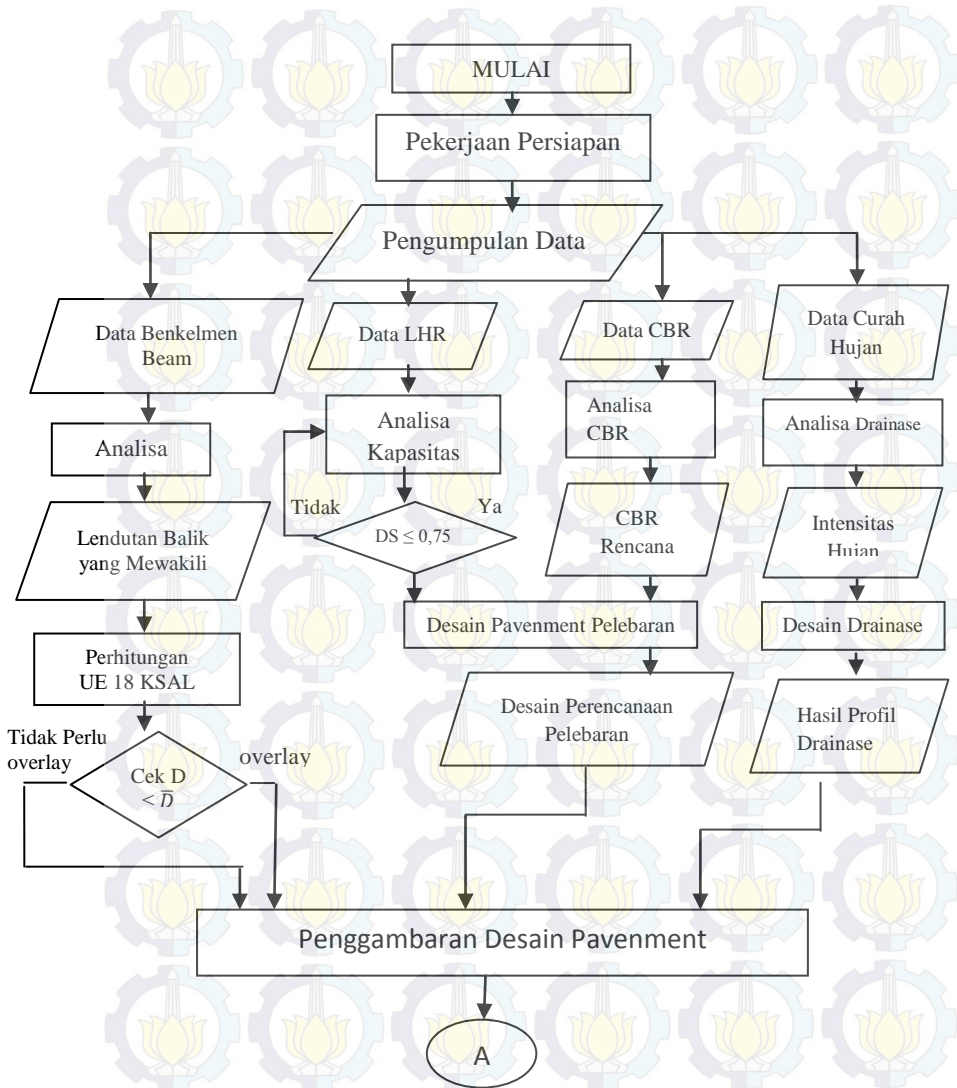
Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan teknis.

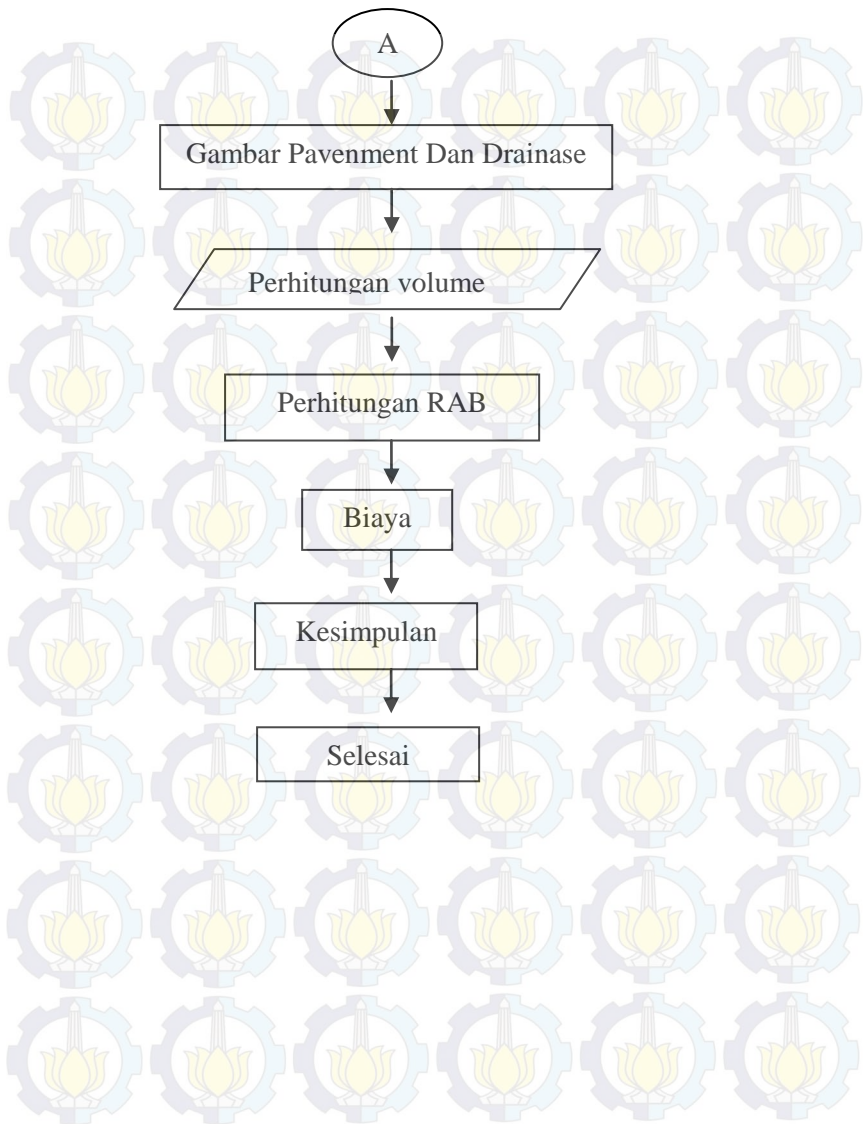
3.9 Penulisan Laporan

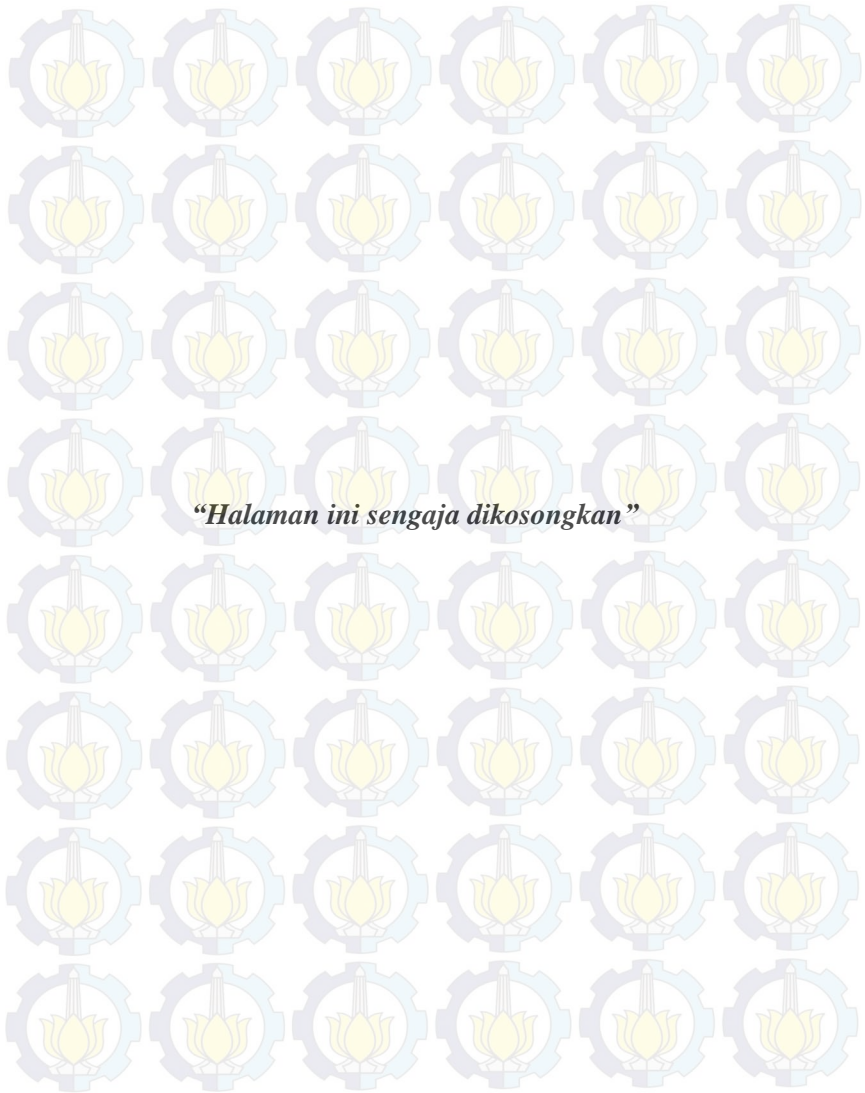
Pada Tahap ini adalah penulisan dan pembuatan laporan Tugas Akhir.

Berikut ini adalah gambar Diagram alir Metodologi sebagai mana terlihat Gambar 3.1

BAGAN METODOLOGI







BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Umum

Perencanaan peningkatan ruas jalan Karanglo-Pendem pada jalan yang sudah ada, dimana semua data tentang kondisi jalan tersebut telah ada, sebelum pelaksanaan perencanaan dimulai. Keakuratan data dan kelengkapan data dalam perencanaan berpengaruh banyak pada kualitas konstruksi jalan yang direncanakan. Sebelum merencanakan suatu proyek peningkatan jalan, terlebih dulu dilakukan survey kondisi jalan, survey merupakan langkah awal dari seluruh pekerjaan yang harus dilakukan. Melalui hasil survey tersebut bisa diketahui kebutuhan peningkatan jalan yang kemudian berlanjut dengan penyusunan program perencanaan dan pelaksanaan. Untuk mendukung perencanaan yang lebih baik, maka pada bab ini diberikan data kondisi jalan yang ada antara lain :

- a. Peta lokasi proyek
- b. Volume Kendaraan
- c. Benkelman Beam
- d. Data struktur tanah (CBR)
- e. Data lalu lintas (LHR)
- f. Data curah hujan
- g. Gambar long section dan cross section
- h. Harga satuan pekerjaan

Dari data kondisi jalan yang disajikan tersebut kemudian dapat dimulai perencanaan konstruksi jalan yang optimal.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Jalan karanglo – pendem terletak di wilayah Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur, sebagaimana terdapat pada gambar 1.2. Hal ini diperlukan untuk mengetahui secara umum posisi rencana peningkatan jalan tersebut.

4.2.2 Geometri Jalan

Kondisi geometri jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan seperti : lebar perkerasan jalan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan superelevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip geometric adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Dari pengamatan di lapangan maupun data proyek peningkatan jalan karanglo – pendem, jalan tersebut relatif lurus namun terdapat beberapa belokan yang tidak terlalu tajam. Kondisi existing yang ada pada ruas jalan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Lebar perkerasan yang ada ± 6 m
- b. Lebar bahu jalan masing-masing ± 2 m
- c. Drainase jalan yang ada belum maksimal.
- d. Tipe alinyemen vertikal = bukit

4.2.3 Struktur Yang Ada

Kondisi struktur perkerasan yang ada saat ini adalah permukaan aspal dengan kondisi yang kurang baik di beberapa tempat mengalami retak rambut (hair cracked), pengelupasan butir halus dan permukaan yang bergelombang, namun kerusakan tersebut dengan skala yang kecil. Dari kondisi kerusakan perkerasan jalan lama tersebut dapat disimpulkan bahwa ruas jalan tersebut membutuhkan pelebaran, serta overlay.

4.2.4 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan adanya pelebaran jalan dengan disertai perkiraan adanya perkembangan lalu lintas harian rata-rata pertahun sampai umur rencana. Selain itu digunakan untuk merencanakan tebal lapis perkerasan jalan.

Tabel 4.1 : Data Jumlah Kendaraan Ruas Jalan Karanglo – Pendem (2 arah) Selama 5 Tahun (Kend/hari)

Golongan	2007	2008	2009	2010	2011
Sepeda motor	10256	19422	26344	25433	42556
Sedan, jeep & station wagon	1600	4333	1489	6733	5589
Oplet, kombi dan mini bus	3000	1267	1467	822	878
micro truck & hantara	1711	1078	733	1478	844
Bus kecil	22	44	33	33	33
Bus besar	67	256	67	333	78
Truck tangki 2 as	822	656	478	467	1011
Truck tangki 3 as	33	44	11	22	33
Truck tangki gandeng	11	11	0	0	0
Truck semitrailer	0	11	0	0	78

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Tabel 4.2 : Data Jumlah Kendaraan Ruas Jalan Karanglo – Pendem (2 arah) Selama 5 Tahun (Smp/Jam)

Golongan	2007	2008	2009	2010	2011
Sepeda motor	462	874	1186	801	1341
Sedan, jeep & station wagon	144	390	134	606	503
Oplet, kombi dan mini bus	270	114	132	74	79
micro truck & hantara	154	97	66	133	76
Bus kecil	3	5	4	4	4
Bus besar	8	30	8	36	7
Truck tangki 2 as	96	77	56	50	109
Truck tangki 3 as	4	5	1	2	4
Truck tangki gandeng	1	1	0	0	0
Truck semitrailer	0	1	0	0	8

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.5 Data Struktur Tanah

1. Data CBR

Penyelidikan tanah pada ruas karanglo – pendem dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Data CBR didapatkan dari test DCP (Dynamic Cone Penetration) yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan. Dari data yang diperoleh di lapangan, maka dapat dihitung besarnya CBR yang mewakili pada segmen tertentu dengan menggunakan cara grafik

Tabel 4.3 : Perhitungan Secara Grafis Harga CBR

NO	STA	CBR
1	81,050	7.17
2	81,250	7.83
3	81,450	5.5
4	81,650	7.45
5	81,850	8.69
6	82,050	5.23
7	82,250	6.8
8	82,450	5.15
9	82,650	5.28
10	82,850	5.99
11	83,050	4.26
12	83,250	5.27
13	83,450	7.15
14	83,650	8.44
15	83,850	8.26
16	84,050	5.03

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

2. Data Atteberg Limit

Tabel 4.4 : Data Atteberg Limit

STA	LL (Liquid Limit) %	PL (Plastic Limit) %	PI (Plasticity Index) %
21+150	71	34,05	36,95
21+700	72	34,02	37,98
22+200	63	29,02	33,98
22+800	65,2	28,2	37

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.6 Data Benkelman Beam

Salah satu survey kelayakan struktur konstruksi perkerasan yaitu pemeriksaan dengan alat Benkelman beam yakni dengan meletakkan alat tersebut di atas permukaan jalan sehingga tidak merusak konstruksi jalan yang ada.

Cara menentukan lendutan balik yaitu dengan melakukan pemeriksaan dengan batang Benkelman beam yang dapat dilakukan empat kali pembacaan tersebut adalah :

1. Pembacaan awal (d_1) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada tepat tumit batang
2. Pembacaan kedua (d_2) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak X_{12} dari titik awal (30-40) cm.
3. Pembacaan kedua (d_3) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak dari tumit batang sampai kaki depan
4. Pembacaan kedua (d_4) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak enam meter dari titik awal.

Untuk mendapat lendutan balik dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$d = 2(d_3 - d_1)Ft C \quad (\text{Pers.4.1})$$

Dimana :

d_1 = Bacaan awal

d_3 = Bacaan akhir

Ft = Faktor penyesuaian temperatur lapis permukaan.

C = Faktor pengaruh air tanah

Dari hasil pemeriksaan dengan menggunakan alat tersebut maka didapat lendutan balik seperti pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.5 : Data Benkelman Beam

NO	STA	d	d ²
1	81,050	0.66	0.4356
2	81,250	0.85	0.7225
3	81,450	0.81	0.6561
4	81,650	0.74	0.5476
5	81,850	0.81	0.6561
6	82,050	0.74	0.5476
7	82,250	0.85	0.7225
8	82,450	0.93	0.8649
9	82,650	0.81	0.6561
10	82,850	0.76	0.5776
11	83,050	0.87	0.7569
12	83,250	0.74	0.5476
13	83,450	0.87	0.7569
14	83,650	0.78	0.6084
15	83,850	0.72	0.5184
16	84,050	0.93	0.8649
17	84,250	0.89	0.7921
jumlah		13.76	11.2318

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.7 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi system drainase.

Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun terakhir disajikan pada tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.6 : Data Curah Hujan

Tahun	Data Harian Curah Hujan Maksimum (mm/jam)
1999	85
2000	86
2001	98
2002	96
2003	94
2004	102
2005	103
2006	92
2007	-
2008	104
2009	69
2010	190

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Data Lalu Lintas

Data Jumlah Kendaraan bermotor dari tahun 2007 sampai tahun 2010 digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas untuk masing – masing jenis kendaraan. Dalam mencari pertumbuhan lalu lintas , dipergunakan rumus yang terdapat pada hasil regresi pertumbuhan lalu lintas yang terdapat dalam program minitab. Kemudian kami olah lagi kedalam program Ms. Excel untuk mencari pertumbuhan lalu lintas (i) rata – rata. Berikut langkah – langkah yang dipergunakan untuk mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan :

- Mencari grafik dan persamaan regresi dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dalam program minitab.
- Cek grafik regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
- Dari persamaan regresi tersebut dipindah dalam program Ms. Excel untuk mencari prediksi pertumbuhan tiap kendaraan ditiap-tiap tahun untuk umur rencana 10 tahun mendatang.
- Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat diperoleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dengan rumus :

$$X_1 = \frac{y_1 - y_0}{y_0} \longrightarrow X_5 = \frac{y_5 - y_4}{y_4}$$

- Dengan jumlah hasil perhitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus :

$$i = \frac{\sum x}{n}$$

- Kemudian hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) dijadikan persen (%)

A. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan (Kend/hari)

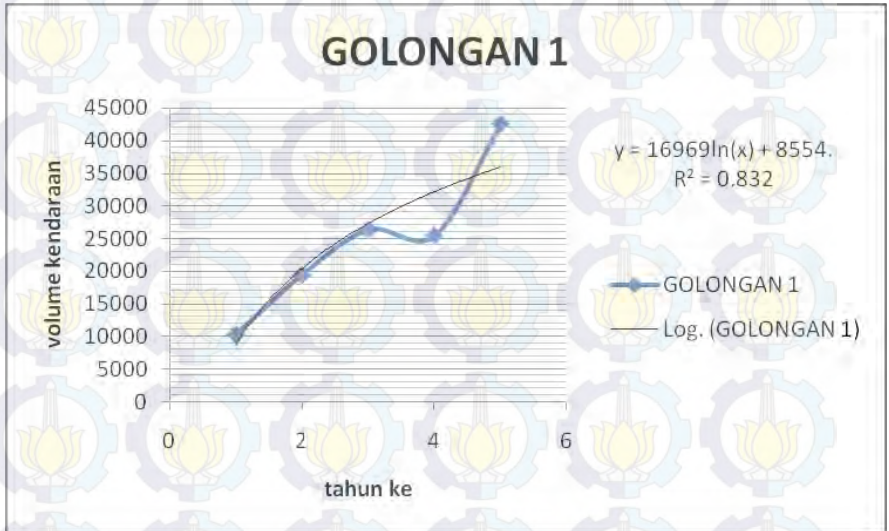
- **Pertumbuhan Lalu lintas Sepeda motor**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.7

Tabel 4.7 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (Per 24 Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata-rata	I (%)
1	10256	8554	0.00	0.17	17
2	19422	20316	1.38		
3	26344	27196	0.34		
4	25433	32078	0.18		
5	42556	35865	0.12		
6		38958	0.09		
7		41574	0.07		
8		43840	0.05		
9		45839	0.05		
10		47627	0.04		
11		49244	0.03		
12		50720	0.03		
13		52079	0.03		
14		53336	0.02		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

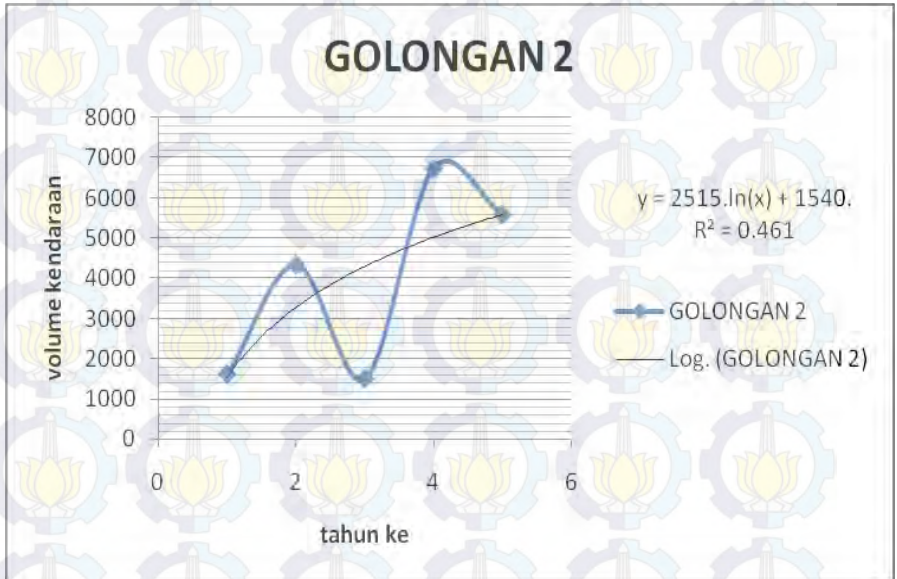
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Sedan, Jeep Dan Station Wagon.**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan/jeep sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.8

**Tabel 4.8 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sedan/Jeep
(Per 24 Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	1600	1540	0.00	0.15	15
2	4333	3283	1.13		
3	1489	4303	0.31		
4	6733	5027	0.17		
5	5589	5588	0.11		
6		6046	0.08		
7		6434	0.06		
8		6770	0.05		
9		7066	0.04		
10		7331	0.04		
11		7571	0.03		
12		7790	0.03		
13		7991	0.03		
14		8177	0.02		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut ini :



Gambar 4.2 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sedan/Jeep

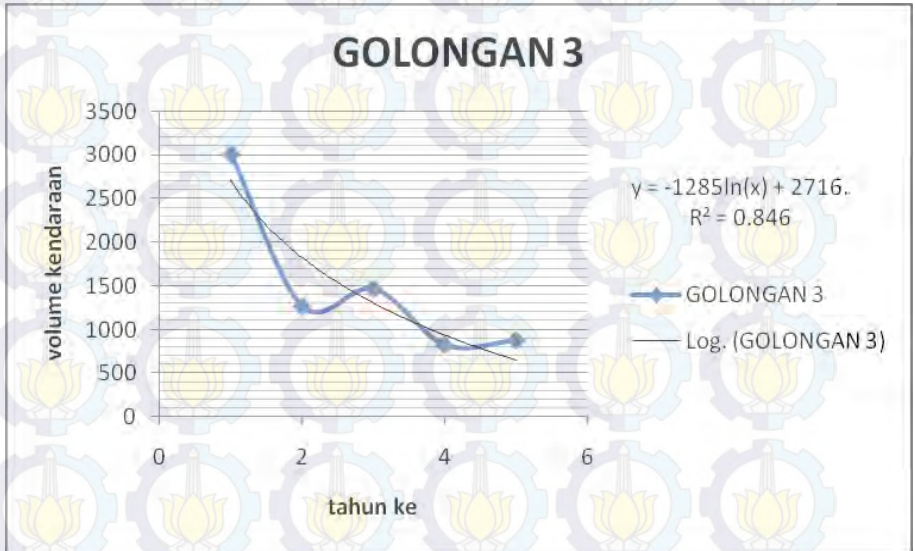
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Mini Bus**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan minibus sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.9

**Tabel 4.9 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Minibus
(Per 24 Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapat kan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbu han Lalu Lintas (i)	I rata-rata	I (%)
1	3000	2716	0.00	-0.27	-27
2	1267	1825	-0.33		
3	1467	1304	-0.29		
4	822	935	-0.28		
5	878	648	-0.31		
6		414	-0.36		
7		216	-0.48		
8		44	-0.80		
9		-107	-3.45		
10		-243	1.26		
11		-365	0.50		
12		-477	0.31		
13		-580	0.22		
14		-675	0.16		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan mini bus sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.3 berikut ini :



Gambar 4.3 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Minibus

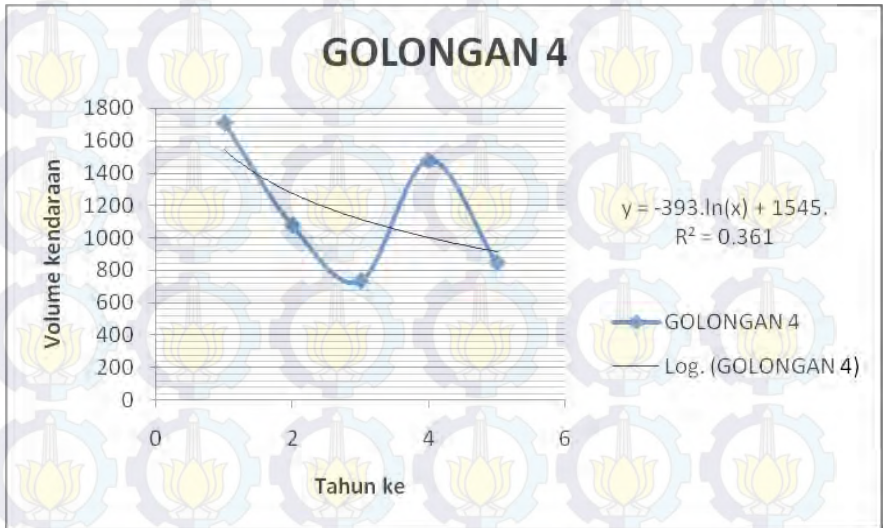
- **Pertumbuhan Lalu lintas Mikro truck**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan mikro truck sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.10

Tabel 4.10 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mikro Truck (Per 24 Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	1711	1545	0.00	-0.08	-8
2	1078	1273	-0.18		
3	733	1113	-0.13		
4	1478	1000	-0.10		
5	844	912	-0.09		
6		841	-0.08		
7		780	-0.07		
8		728	-0.07		
9		681	-0.06		
10		640	-0.06		
11		603	-0.06		
12		568	-0.06		
13		537	-0.06		
14		508	-0.05		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan mikro truck sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut ini :



Gambar 4.4 : Grafik pertumbuhan lalu lintas mikro truck

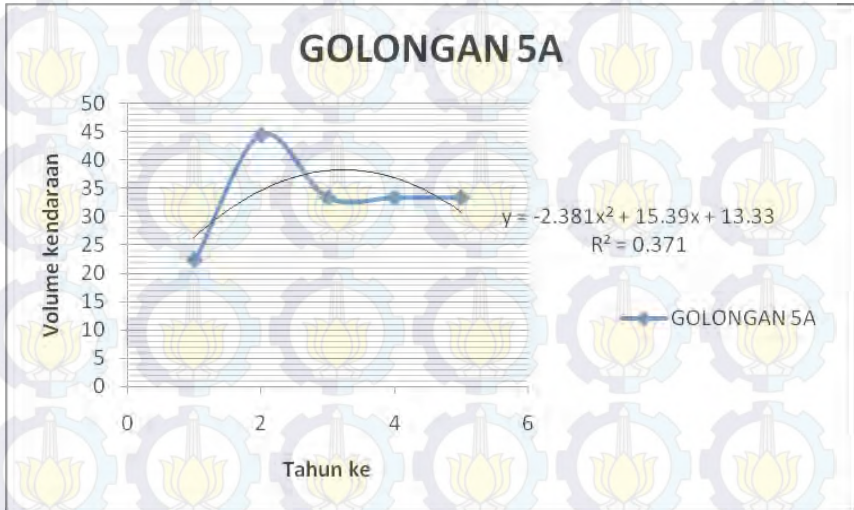
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Kecil**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.11

**Tabel 4.11 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil
(Per 24 Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	22	26	0.00	-0.13	-13
2	44	35	0.31		
3	33	38	0.10		
4	33	37	-0.03		
5	33	31	-0.16		
6		20	-0.35		
7		4	-0.78		
8		-16	-4.66		
9		-41	1.57		
10		-71	0.73		
11		-106	0.49		
12		-145	0.37		
13		-189	0.30		
14		-238	0.26		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut ini :



Gambar 4.5 : Grafik pertumbuhan lalu lintas bus kecil

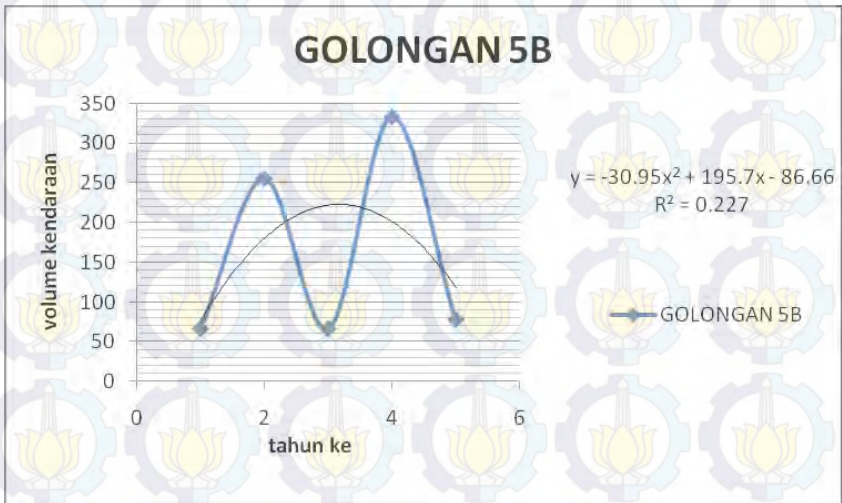
- **Pertumbuhan Lalu lintas Bus Besar**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.12

**Tabel 4.12 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar
(Per 24 Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	67	78	0.00	- 0.81	-81
2	256	181	1.32		
3	67	222	0.23		
4	333	201	-0.09		
5	78	118	-0.41		
6		-27	-1.23		
7		-233	-7.75		
8		-502	-1.15		
9		-832	-0.66		
10		-1225	-0.47		
11		-1679	-0.37		
12		-2195	-0.31		
13		-2773	-0.26		
14		-3413	-0.23		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.6 berikut ini :



Gambar 4.6 : Grafik pertumbuhan lalu lintas bus besar

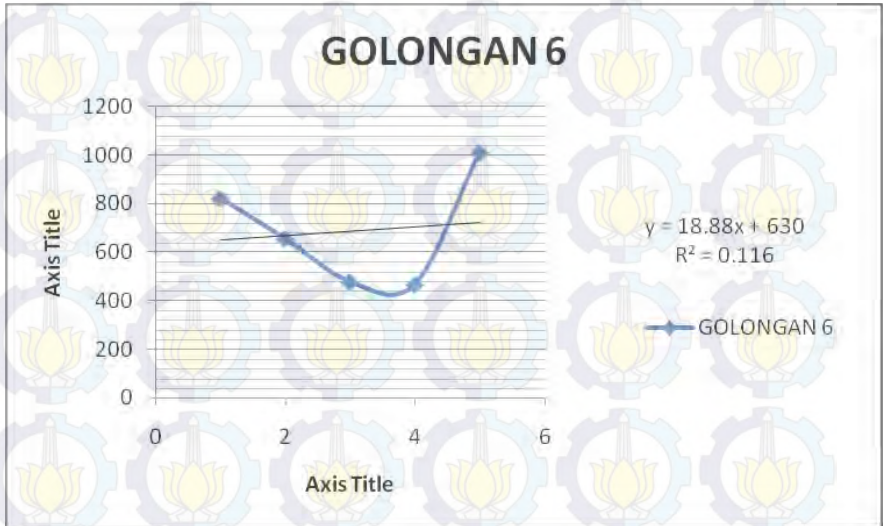
- **Pertumbuhan Lalu lintas Truck 2as**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2as sebagaimana ditunjukkan pada table 4.13

**Tabel 4.13 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck 2as
(Per 24 Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	822	649	0.00	0.02	2
2	656	668	0.03		
3	478	687	0.03		
4	467	706	0.03		
5	1011	724	0.03		
6		743	0.03		
7		762	0.03		
8		781	0.02		
9		800	0.02		
10		819	0.02		
11		838	0.02		
12		857	0.02		
13		875	0.02		
14		894	0.02		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2as sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.7 berikut ini :



Gambar 4.7 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 2as

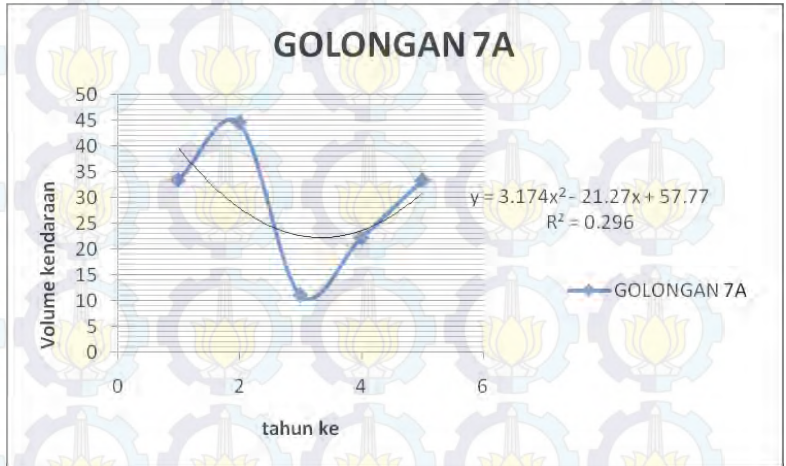
- **Pertumbuhan Lalu lintas Truck 3as**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 3as sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.14

**Tabel 4.14 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck 3as
(Per 24 Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	33	40	0.00	0.20	20
2	44	28	-0.30		
3	11	22	-0.19		
4	22	23	0.04		
5	33	31	0.31		
6		44	0.44		
7		64	0.45		
8		91	0.41		
9		123	0.36		
10		162	0.32		
11		208	0.28		
12		260	0.25		
13		318	0.22		
14		382	0.20		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 3as sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.8 berikut ini :



Gambar 4.8 : Grafik pertumbuhan lalu lintas truck 3as

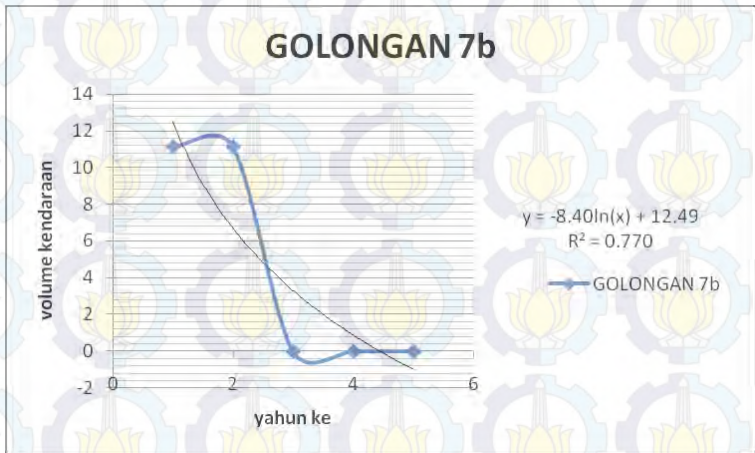
- **Pertumbuhan Lalu lintas Truck Gandeng**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck gandeng sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.15

Tabel 4.15 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Gandeng (Per 24 Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	11	12	0.00	-0.07	-7
2	11	7	-0.47		
3	0	3	-0.51		
4	0	1	-0.74		
5	0	-1	-2.22		
6		-3	1.49		
7		-4	0.51		
8		-5	0.29		
9		-6	0.20		
10		-7	0.15		
11		-8	0.12		
12		-8	0.10		
13		-9	0.08		
14		-10	0.07		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck gandeng sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.9 berikut ini :



Gambar 4.9 : Grafik pertumbuhan lalu lintas truck gandeng

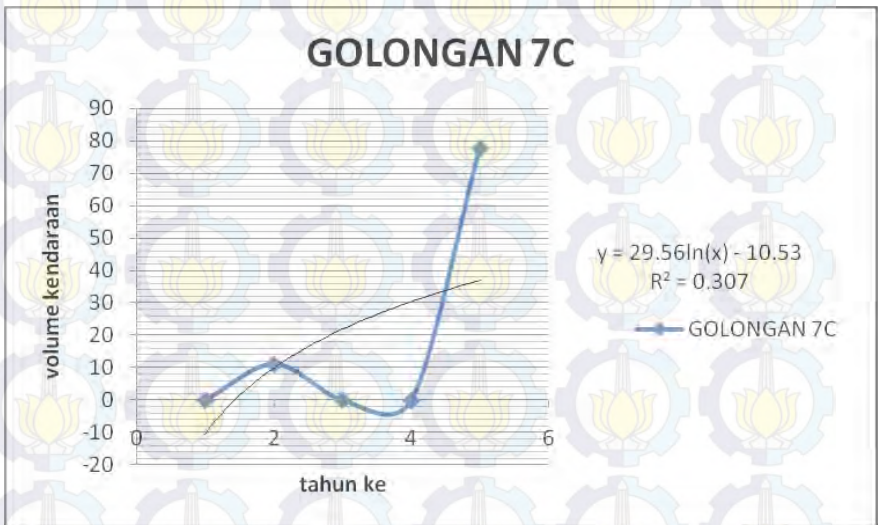
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Truck Trailer Dan Semi Trailer**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck trailer sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.16

Tabel 4.16 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Trailer (Per 24 Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	0	-11	0.00	0.03	3
2	11	10	-1.95		
3	0	22	1.20		
4	0	30	0.39		
5	78	37	0.22		
6		42	0.15		
7		47	0.11		
8		51	0.08		
9		54	0.07		
10		58	0.06		
11		60	0.05		
12		63	0.04		
13		65	0.04		
14		67	0.03		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck trailer sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.10 berikut ini :



Gambar 4.10 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truck Trailer

B. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan (Smp/Jam)

- **Pertumbuhan Lalu lintas Sepeda motor**

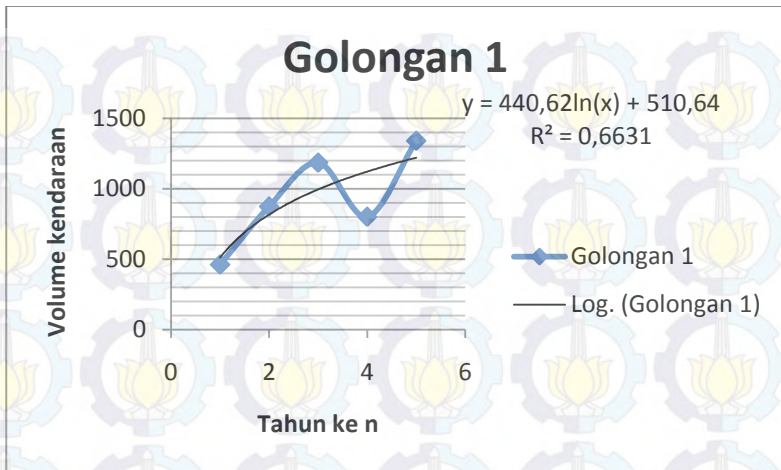
Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu

lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.17

Tabel 4.17 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (Smp/Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	462	511	0.00	0.10	10
2	1204	816	0.60		
3	1625	995	0.22		
4	801	1121	0.13		
5	1341	1220	0.09		
6		1300	0.07		
7		1368	0.05		
8		1427	0.04		
9		1479	0.04		
10		1525	0.03		
11		1567	0.03		
12		1606	0.02		
13		1641	0.02		
14		1673	0.02		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.11 berikut ini:



Gambar 4.11 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

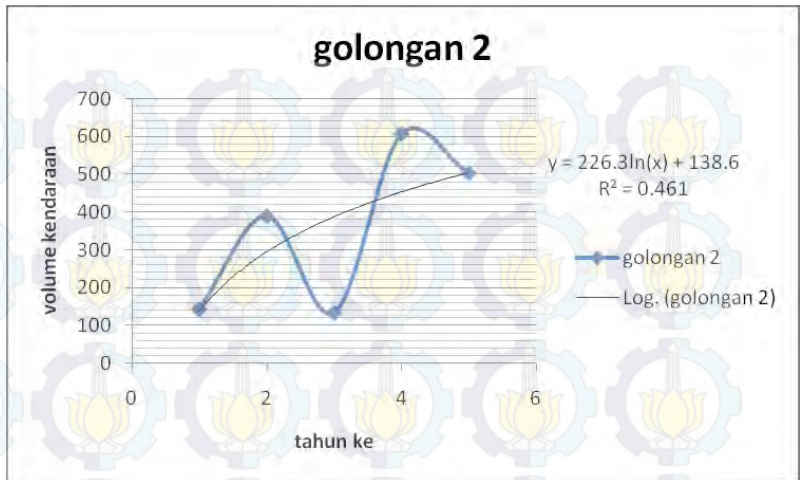
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Sedan, Jeep Dan Station Wagon.**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan/jeep sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.18

Tabel 4.18 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sedan/Jeep (Smp/Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	144	139	0.00	0.15	15
2	390	296	1.13		
3	134	387	0.31		
4	606	452	0.17		
5	503	503	0.11		
6		544	0.08		
7		579	0.06		
8		609	0.05		
9		636	0.04		
10		660	0.04		
11		681	0.03		
12		701	0.03		
13		719	0.03		
14		736	0.02		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukan pada gambar 4.12 berikut ini :



Gambar 4.12 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sedan/Jeep

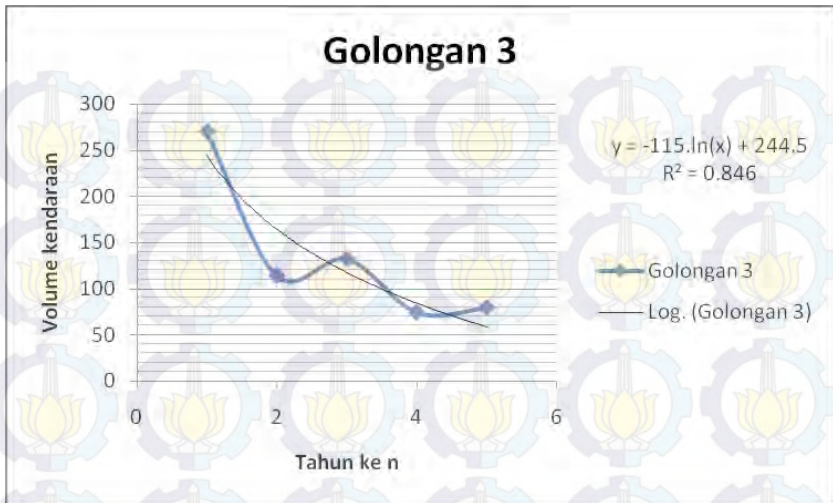
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Mini Bus**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan minibus sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.19

Tabel 4.19 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Minibus (Smp/Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	270	245	0.00	-0.03	-3
2	114	164	-0.33		
3	132	118	-0.29		
4	74	84	-0.28		
5	79	58	-0.31		
6		37	-0.36		
7		20	-0.48		
8		4	0.79		
9		-9	3.29		
10		-22	-1.28		
11		-33	-0.51		
12		-43	-0.31		
13		-52	-0.22		
14		-61	-0.16		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan mini bus sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.13 berikut ini :



Gambar 4.13 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Minibus

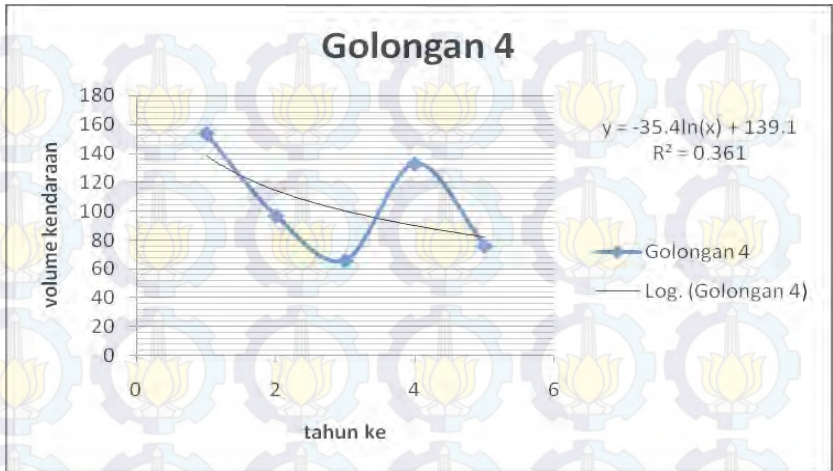
- **Pertumbuhan Lalu lintas Mikro truck**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan mikro truck sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.20

Tabel 4.20 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mikro Truck (Smp/Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	154	139	0.00	-0.08	-8
2	97	115	-0.18		
3	66	100	-0.13		
4	133	90	-0.10		
5	76	82	-0.09		
6		76	-0.08		
7		70	-0.07		
8		65	-0.07		
9		61	-0.06		
10		58	-0.06		
11		54	-0.06		
12		51	-0.06		
13		48	-0.06		
14		46	-0.05		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan mikro truck sebagaimana ditunjukan pada gambar 4.14 berikut ini :



Gambar 4.14 : Grafik pertumbuhan lalu lintas mikro truck

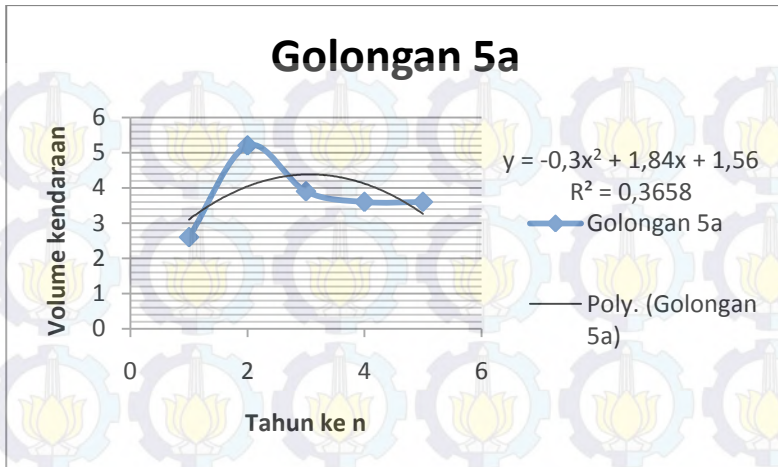
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Kecil**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.21

**Tabel 4.21 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil
(Smp/ Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	3	3	0.00	0.41	41
2	5	4	0.30		
3	4	4	0.08		
4	4	4	-0.06		
5	4	3	-0.21		
6		2	-0.45		
7		0	-1.14		
8		-3	10.23		
9		-6	-1.12		
10		-10	-0.62		
11		-15	-0.44		
12		-20	-0.35		
13		-25	-0.29		
14		-31	-0.25		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.15 berikut ini :



Gambar 4.15 : Grafik pertumbuhan lalu lintas bus kecil

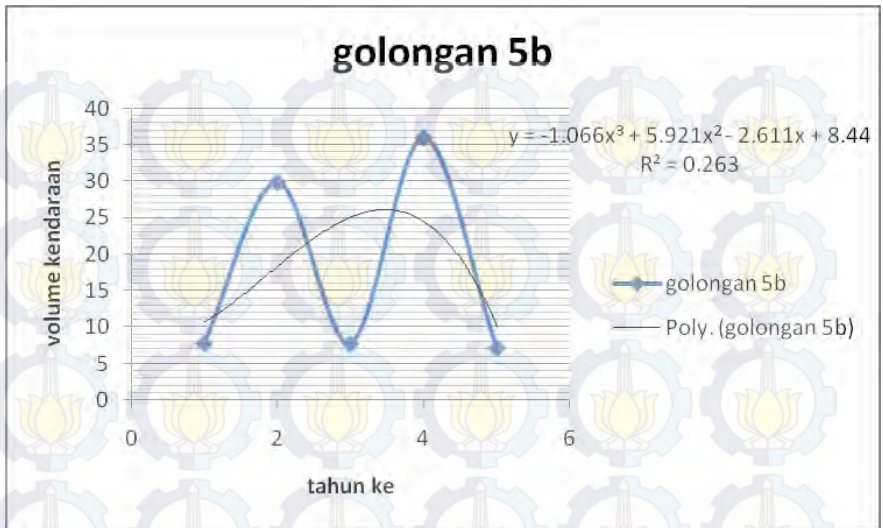
- **Pertumbuhan Lalu lintas Bus Besar**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.22

**Tabel 4.22 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar
(Smp/ Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	8	11	0.00	-0.67	-67
2	30	18	0.72		
3	8	25	0.37		
4	36	24	-0.03		
5	7	10	-0.59		
6		-24	-3.43		
7		-86	-2.50		
8		-180	-1.10		
9		-313	-0.74		
10		-492	-0.57		
11		-724	-0.47		
12		-1013	-0.40		
13		-1368	-0.35		
14		-1795	-0.31		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.16 berikut ini :



Gambar 4.16 : Grafik pertumbuhan lalu lintas bus besar

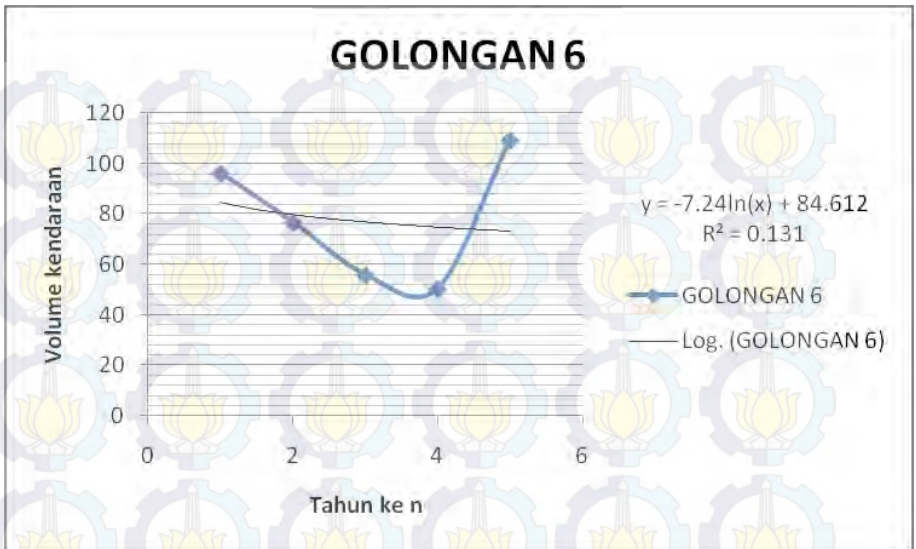
- **Pertumbuhan Lalu lintas Truck 2as**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2as sebagaimana ditunjukkan pada table 4.23

**Tabel 4.23 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck 2as
(Smp/ Jam)**

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	96	85	0.00	-0.01	-1
2	77	80	-0.06		
3	56	77	-0.04		
4	50	75	-0.03		
5	109	73	-0.02		
6		72	-0.02		
7		71	-0.02		
8		70	-0.01		
9		69	-0.01		
10		68	-0.01		
11		67	0.010		
12		67	0.009		
13		66	0.009		
14		66	0.008		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2as sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.17 berikut ini :



Gambar 4.17 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 2as

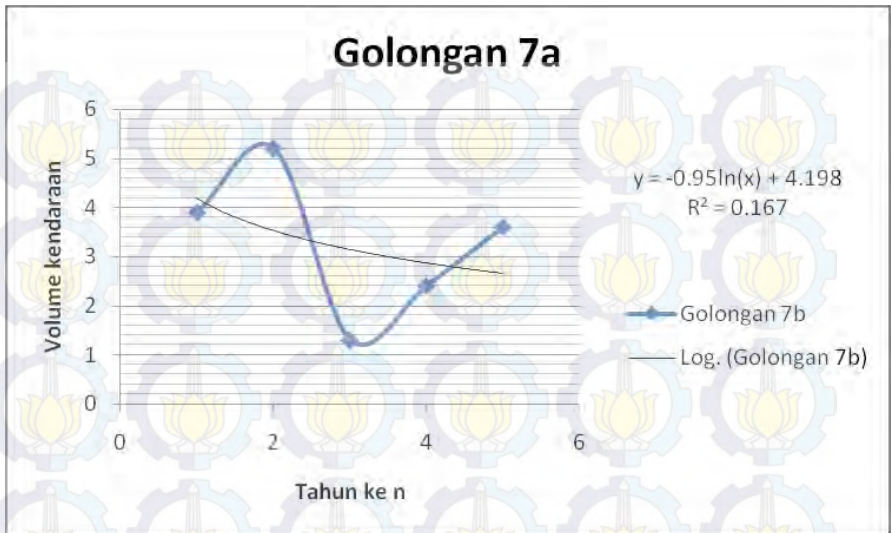
- **Pertumbuhan Lalu lintas Truck 3as**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 3as sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.24

Tabel 4.24 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck 3as (Smp/Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	4	4	0.00	-0.06	-6
2	5	4	-0.16		
3	1	3	-0.11		
4	2	3	-0.09		
5	4	3	-0.07		
6		2	-0.07		
7		2	-0.06		
8		2	-0.05		
9		2	-0.05		
10		2	-0.05		
11		2	-0.05		
12		2	-0.04		
13		2	-0.04		
14		2	-0.04		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 3as sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.18 berikut ini :



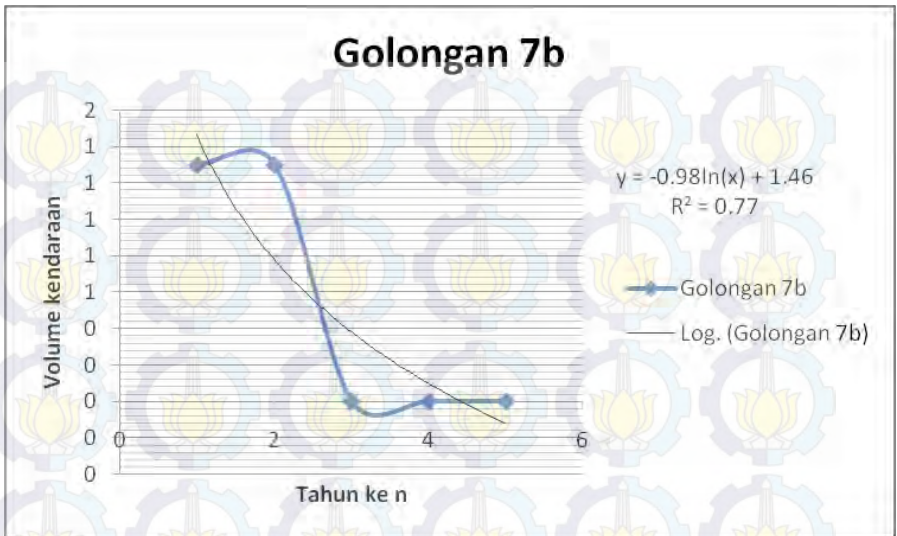
Gambar 4.18 : Grafik pertumbuhan lalu lintas truck 3as

- Pertumbuhan Lalu lintas Truck Gandeng**
 Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck gandeng sebagaimana ditunjukan pada tabel 4.25

Tabel 4.25 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Gandeng (Smp/Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	1	1	0.00	-0.06	-6
2	1	1	-0.47		
3	0	0	-0.51		
4	0	0	-0.74		
5	0	0	-2.16		
6		0	1.52		
7		0	0.51		
8		-1	0.29		
9		-1	0.20		
10		-1	0.15		
11		-1	0.12		
12		-1	0.10		
13		-1	0.08		
14		-1	0.07		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck gandeng sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.19 berikut ini :



Gambar 4.19 : Grafik pertumbuhan lalu lintas truck gandeng

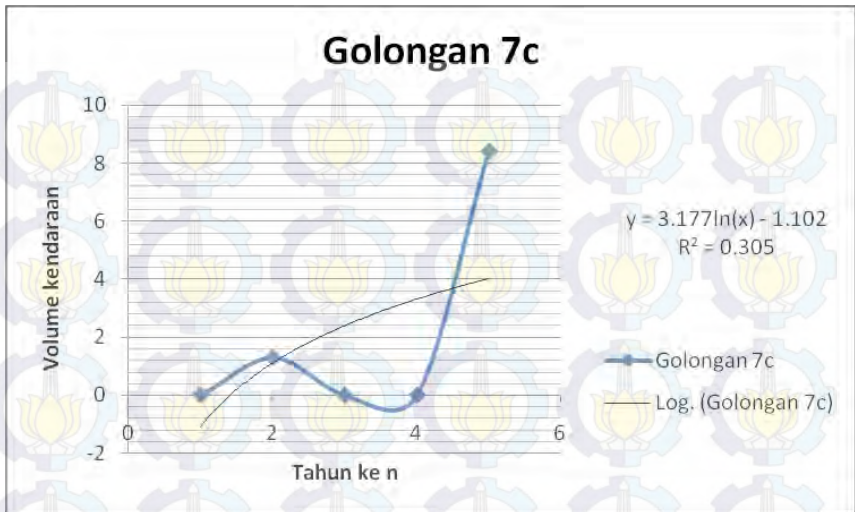
- **Pertumbuhan Lalu Lintas Truck Trailer Dan Semi Trailer**

Dengan menggunakan program excel 2007, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck trailer sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.26

Tabel 4.26 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Trailer (Smp/Jam)

TAHUN (X)	LHR (y)	Persamaan Regresi (Y) sehingga mendapatkan volume lalu lintas (kend/jam)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	I rata- rata	I (%)
1	0	-1	0.00	0.03	3
2	1	1	-2.00		
3	0	2	1.17		
4	0	3	0.38		
5	8	4	0.21		
6		5	0.14		
7		5	0.11		
8		6	0.08		
9		6	0.07		
10		6	0.06		
11		7	0.05		
12		7	0.04		
13		7	0.04		
14		7	0.03		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck trailer sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.20 berikut ini :



Gambar 4.20 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truck Trailer

Tabel 4.27
Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun 2012 – 2020
(Kend/Hari)

NO	JENIS KENDARAAN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Sepeda Motor	38958	41574	43840	45839	47627	49244	50720	52079	53336
2	Sedan & Jeep	6046	6434	6770	7066	7331	7571	7790	7991	8177
3	Oplet & Minibus	414	216	44	44	44	44	44	44	44
4	Micro truck & Hantara	841	780	728	681	640	603	568	537	508
5	Bus Kecil	20	4	4	4	4	4	4	4	4
6	Bus Besar	108	108	108	108	108	108	108	108	108
7	Truck 2as	743	762	781	800	819	838	857	875	894
8	Truck 3as	44	64	91	123	162	208	260	318	382
9	Truck Gandeng	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Truck Semi Trailer	42	47	51	54	58	60	63	65	67
JUMLAH		47218	49991	52418	54721	56794	58680	60415	62022	63522

Tabel 4.28
Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun 2012 – 2020
(Smp/Jam)

NO	JENIS KENDARAAN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Sepeda Motor	1300	1368	1427	1479	1525	1567	1606	1641	1673
2	Sedan & Jeep	544	579	609	636	660	681	701	719	736
3	Oplet & Minibus	37	20	4	4	4	4	4	4	4
4	Micro truck & Hantara	76	70	65	61	58	54	51	48	46
5	Bus Kecil	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Bus Besar	10	10	10	10	10	10	10	10	10
7	Truck 2as	72	71	70	69	68	67	67	66	66
8	Truck 3as	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	Truck Gandeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Truck Semi Trailer	5	5	6	6	6	7	7	7	7
JUMLAH		2048	2125	2193	2267	2333	2393	2447	2497	2544

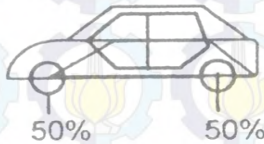
4.3.2 Data Survei Muatan Maksimum

Dalam menentukan distribusi beban sumbu pada jenis-jenis kendaraan maka dipergunakan tabel 2.9 dan untuk angka ekivalen tiap-tiap jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.10, apabila angka tidak terdapat dalam tabel maka dipergunakan rumus yang terdapat pada tabel 2.11.

Berikut ini perhitungan distribusi beban sumbu dan angka ekivalen pada tiap-tiap jenis kendaraan.

▪ **Mobil penumpang, sedan, jeep dan station wagon**

Sesuai tabel 2.11, kendaraan mobil penumpang, sedan, jeep, dan stasiun wagon mempunyai berat maksimum 2000 kg (2 ton) dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$

Sesuai dengan table 2.10, didapat angka ekivalen (E) :

E sumbu depan tunggal (1ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{1000}{8160} \right)^4 = 0,0002$$

E sumbu belakang tunggal (1ton) :

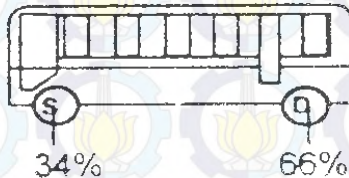
$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{1000}{8160} \right)^4 = 0,0002$$

Jadi angka ekivalen (E) untuk kendaraan penumpang adalah
 $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$

▪ **Kendaraan Bus Kecil**

Sesuai tabel 2.11, kendaraan bus kecil mempunyai berat maksimum 8500 kg (8,5 ton) dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $34\% \times 8,5 \text{ ton} = 2,9 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 8,5 \text{ ton} = 5,6 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.10, didapat angka ekivalen (E) :

E sumbu depan tunggal (2,9 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{2900}{8160} \right)^4 = 0,0016$$

E sumbu belakang tunggal (5,6 ton) :

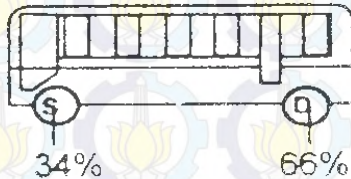
$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{5600}{8160} \right)^4 = 0,22$$

Jadi angka ekivalen (E) untuk bus kecil adalah
 $0,0016 + 0,22 = 0,2216$

▪ Kendaraan Bus Besar

Sesuai tabel 2.11, kendaraan bus besar mempunyai berat maksimum 14700 kg (14,7 ton) dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $34\% \times 14,7 \text{ ton} = 5 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 14,7 \text{ ton} = 9,7 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.10, didapat angka ekivalen (E) :

E sumbu depan tunggal (5 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{5000}{8160} \right)^4 = 0,14$$

E sumbu belakang tunggal (9,7 ton) :

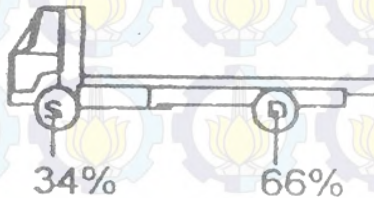
$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{9700}{8160} \right)^4 = 1,996$$

Jadi angka ekivalen (E) untuk kendaraan bus besar adalah
 $0,14 + 1,996 = 2,136$

▪ Kendaraan Truck 2as

Sesuai tabel 2.11, kendaraan truck 2as mempunyai berat maksimum 18000 kg (18 ton) dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $34\% \times 18 \text{ ton} = 6.1 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 18 \text{ ton} = 11.9 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.10, didapat angka ekivalen (E) :

E sumbu depan tunggal (6,1 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{6100}{8160} \right)^4 = 0,312$$

E sumbu belakang tunggal (11,9 ton) :

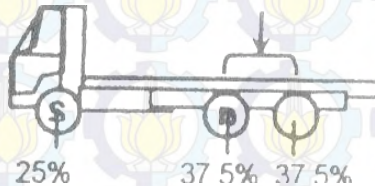
$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{11900}{8160} \right)^4 = 4,52$$

Jadi angka ekivalen (E) untuk kendaraan truck 2as adalah
 $0,312 + 4,52 = 4,832$

▪ Kendaraan truck 3as

Sesuai tabel 2.11, kendaraan truck 3as mempunyai berat maksimum 25000 kg (25 ton) dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $25\% \times 25 \text{ ton} = 6,25 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $75\% \times 25 \text{ ton} = 18,75 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.10, didapat angka ekivalen (E) :

E sumbu depan tunggal (6,25 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{6250}{8160} \right)^4 = 0,344$$

E sumbu belakang tunggal (18,75 ton) :

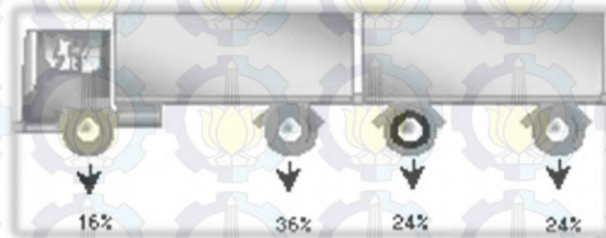
$$E_{\text{sumbu ganda}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu ganda}} = \left(\frac{18750}{8160} \right)^4 \times 0,086 = 2,397$$

Jadi angka ekivalen (E) untuk kendaraan truck 3as adalah
 $0,344 + 2,397 = 2,74$

▪ Kendaraan Truck Gandeng

Sesuai tabel 2.11, kendaraan truck gandeng mempunyai berat maksimum 31400 kg (31,4 ton) dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $16\% \times 31,4 \text{ ton} = 5,024 \text{ ton}$

Beban sumbu tengah = $36\% \times 31,4 \text{ ton} = 11,304 \text{ ton}$

Beban sumbu tengah = $24\% \times 31,4 \text{ ton} = 7,536 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $24\% \times 31,4 \text{ ton} = 7,536 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.10, didapat angka ekivalen (E) :

E sumbu depan tunggal (5,024 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{5024}{8160} \right)^4 = 0,144$$

E sumbu tengah tunggal depan (11,304ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{11304}{8160} \right)^4 = 3,683$$

E sumbu tengah tunggal belakang (7,536 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{7536}{8160} \right)^4 = 0,727$$

E sumbu belakang tunggal (7,536 ton) :

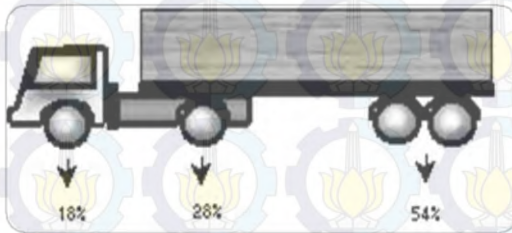
$$E_{\text{sumbu ganda}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu ganda}} = \left(\frac{7536}{8160} \right)^4 = 0,727$$

Jadi angka ekivalen (E) untuk truck gandeng adalah $0,144 + 3,683 + 0,727 + 0,727 = 5,281$

▪ Kendaraan Truck Trailer & Semi Trailer

Sesuai tabel 2.11, kendaraan truck trailer dan semi trailer mempunyai berat maksimum 42000 kg (42ton) dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan	= 18% x 42 ton = 7,56 ton
Beban sumbu tengah	= 28% x 42 ton = 11,76 ton
Beban sumbu belakang	= 54% x 42 ton = 22,68 ton

Sesuai dengan tabel 2.10, didapat angka ekivalen (E) :

E sumbu depan tunggal (7,56 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{7560}{8160} \right)^4 = 0,736$$

E sumbu tengah tunggal (11,76 ton) :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{11760}{8160} \right)^4 = 4,31$$

E sumbu belakang ganda (22,68 ton) :

$$E_{\text{sumbu ganda}} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4$$

$$E_{\text{sumbu ganda}} = \left(\frac{22680}{8160} \right)^4 \times 0,086 = 5,13$$

Jadi angka ekivalen (E) untuk kendaraan penumpang adalah
 $0,736 + 4,31 + 5,13 = 10,18$

Tabel 4.29 : Rekapitulasi Angka Ekivalen

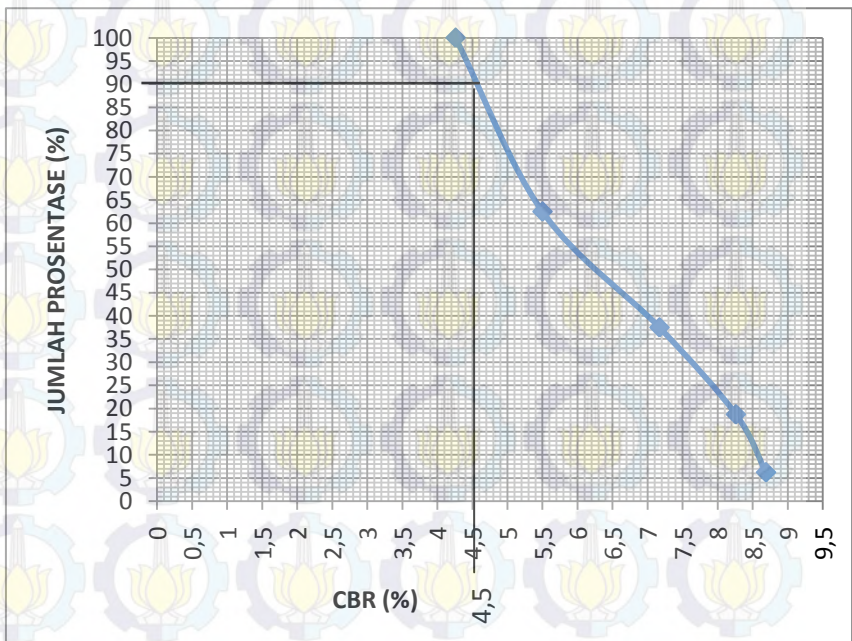
No	Jenis Kendaraan	Angka Ekivalen (E)
1	Mobil penumpang	0,0004
2	Bus Kecil	0,2216
3	Bus Besar	2,136
4	Truck 2as	4,832
5	Truck 3as	2,74
6	Truck Gandeng	5,281
7	Truck Trailer	10,18

4.3.3 Pengolahan Data Tanah

1. Perhitungan harga CBR

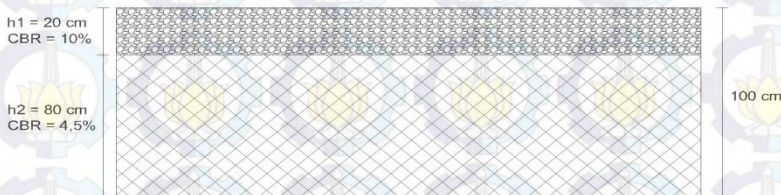
Tabel 4.30 : Perhitungan CBR Segmen

CBR	Jumlah yang sama/lebih besar	presentase yang sama/lebih besar (%)
4,26	16	100
5,5	10	63
7,17	6	38
8,26	3	19
8,69	1	6



Gambar 4.21 : Grafik CBR

CBR rencana adalah 90% dari harga CBR segmen. Dari grafik 4.1 didapat harga CBR rencana sebesar 4,5% sehingga tidak memenuhi syarat binamarga yang menentukan besar CBR minimum 6%. Maka tanah dasar ini harus ditingkatkan dengan cara yang ekonomis yaitu pemasangan capping layer yang terdiri dari material selected (CBR $\geq 10\%$). Karena sesuai dengan buku “Pelaksanaan Pekerjaan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum” bahwa untuk CBR 3 – 5 menggunakan tebal capping layer sekitar 20 cm. Pemasangan Capping layer ini dimaksudkan untuk memperoleh CBR gabungan antara capping layer dengan CBR tanah dasar yang mendekati 6%. Berikut ini perhitungan CBR gabungan akibat penambahan capping layer :



$$\text{CBR}_{\text{gabungan}} = \left[\left(\frac{h_1 \sqrt[3]{\text{CBR}_1}}{h} + \frac{h_2 \sqrt[3]{\text{CBR}_2}}{h} \right) \right]^3$$

$$\text{CBR}_{\text{gabungan}} = \left[\left(\frac{20 \sqrt[3]{10}}{100} + \frac{80 \sqrt[3]{4,5}}{100} \right) \right]^3$$

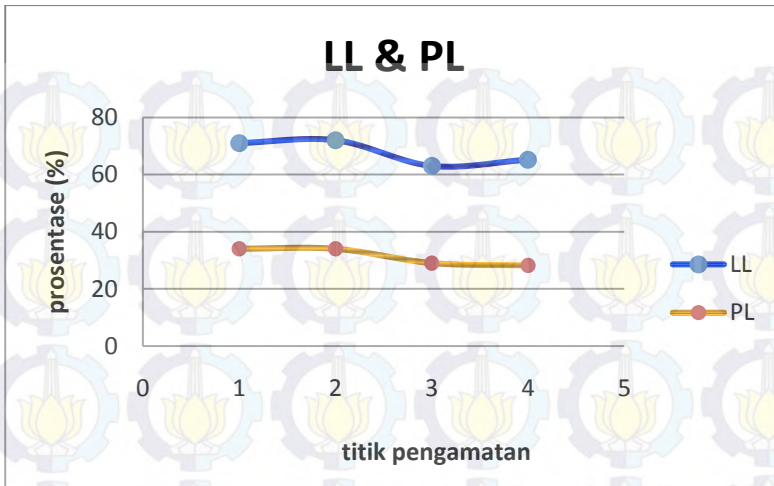
$$\text{CBR}_{\text{gabungan}} = 6,5 \%$$

2. Perhitungan Plastisitas Indeks

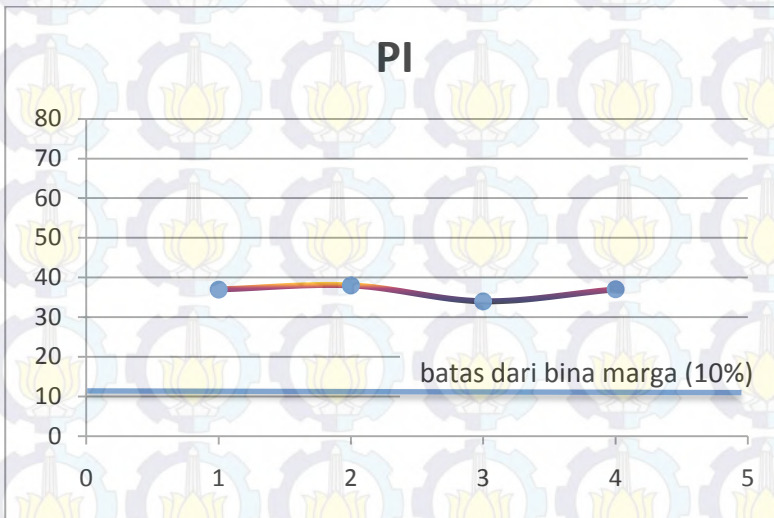
Tabel 4.31 : Liquid Limit, Plastis Limit, Plastisitas Indeks

NO	Ruas jalan	Liquid Limit (LL) (%)	Plastis Limit (PL) (%)	Plasticity Index (PI) (%)
1	KM 22+150	71	34,05	36,95
2	KM 22+700	72	34,02	37,98
3	KM 22+200	63	29,02	33,98
4	KM 22+800	65,2	28,2	37

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur



Gambar 4.22 : Grafik Liquid Limit dan Plastis Limit



Gambar 4.23 : Grafik Plasticity Index (PI)

4.3.5 Perhitungan Benkelman Beam

Berdasarkan data lendutan balik pada tabel 4.5 maka dapat ditentukan factor keseragaman (FK) dan penggolongan factor keseragaman yang terdapat pada tabel 2.23. Sehingga dapat ditentukan lendutan balik yang mewakili dengan menggunakan persamaan 2.23. Untuk mengetahui kondisi lendutan balik dapat dilihat pada gambar grafik 4.21. Berikut disajikan perhitungan factor keseragaman (FK) dan gambar grafik lendutan balik.

Perhitungan Faktor Keseragaman :

$$\begin{aligned} N_s &= 17 \\ \sum d &= 13,76 \\ \sum d^2 &= 11,23 \\ (\sum d)^2 &= 189,34 \end{aligned}$$

$$FK = \frac{S}{d_R} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{\sqrt{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}}{ns(ns-1)} \\ &= \frac{\sqrt{17(11,23) - (189,34)}}{17(17-1)} \\ &= \frac{1,25}{272} \\ &= 0,005 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_R &= \frac{\sum_1^{ns} d}{ns} \\ &= \frac{13,76}{17} \\ &= 0,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fk &= \frac{0,05}{0,81} \times 100\% \\ &= 6,17\% \text{ (keseragaman sangat baik)} \end{aligned}$$

Ruas jalan Karanglo – Pendem tergolong jalan kolektor maka untuk perhitungan lendutan balik segmen (D_{wakil}) menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} D_{\text{wakil}} &= d_R + 1,64.S \\ &= 0,81 + 1,64 (0,005) \\ &= 0,81 + 0,0075 = 0,817 \end{aligned}$$



Gambar 4.24 : Grafik lendutan balik

4.3.4 Data Curah Hujan

Dalam perhitungan analisis curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (i) dari tiap – tiap stasiun hujan terdekat sepanjang ruas jalan Karanglo – Pendem menggunakan rumus 2.53 – 2.55. Setelah penentuan intensitas curah hujan (i) yang didapat dari tiap-tiap stasiun hujan kemudian hasilnya dirata-rata.

Berikut disajikan tabel perhitungan tiap-tiap stasiun curah hujan yaitu tabel stasiun karangploso 4.20, stasiun pujon tabel 4.21, dan stasiun singosari tabel 4.22.

Tabel 4.32 : Perhitungan Curah Hujan Stasiun Karangploso

Tahun	Hujan Harian Max	Deviasi ($R_1 - R$)	$(R_1 - R)^2$
1999	85	-26.9	723.61
2000	86	-25.9	670.81
2001	98	-13.9	193.21
2002	96	-15.9	252.81
2003	94	-17.9	320.41
2004	102	-9.9	98.01
2005	103	-8.9	79.21
2006	92	-19.9	396.01
2008	104	-7.9	62.41
2009	69	-42.9	1840.41
2010	190	78.1	6099.61
n = 10	1119		10736.51
$R_{rata - rata} = 111,9$			

Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 S_x &= \sqrt{\frac{\sum(R2-R)^2}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{\sum(10736,51)^1}{10}} \\
 &= \sqrt{1073,65} \\
 &= 32,76 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Periode ulang = 5 tahun

Jumlah data = 10 tahun

Y_t = 1,4999

Y_n = 0,5126

S_n = 1,0206

- Menentukan besar curah hujan pada periode ulang 5 tahun

$$R_t = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$R_t = 111,9 + \frac{32,76}{1,0206} (1,4999 - 0,5126) = 143,59 \text{ mm}$$

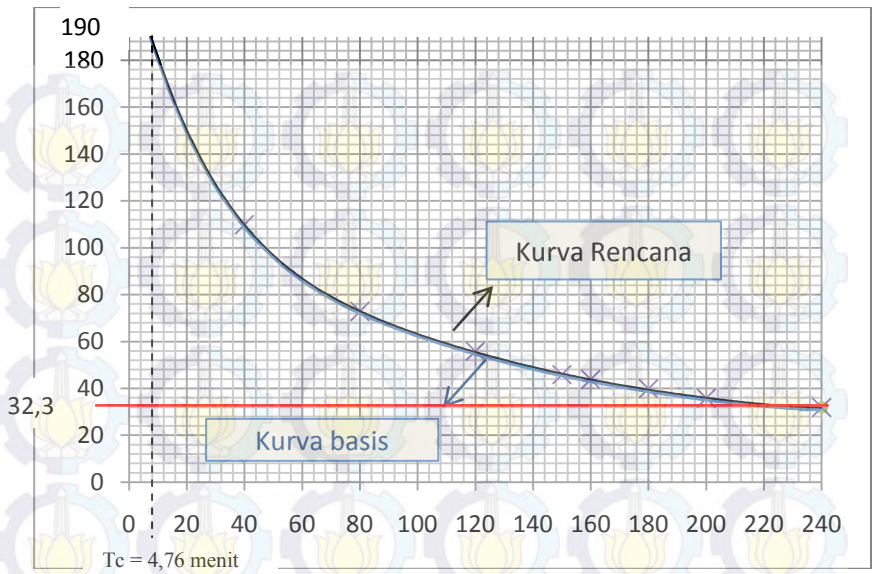
- Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam

$$I = \frac{90\% \times R_t}{4}$$

$$I = \frac{143,59 \times 0,9}{4} = 32,3 \text{ mm/jam}$$

Intensitas curah hujan (I) = 32,3 mm/jam

Harga $I = 32,3$ mm/jam diplotkan pada waktu intensitas $t = 240$ menit di kurva basis dan tarik garis lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis, kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencana. Jadi, di peroleh $I = 190$ mm/jam.



Gambar 4.25 : Kurva Basis



BAB V

ANALISA PERHITUNGAN

5.1 Analisa Kinerja Jalan

Dalam Analisa kinerja jalan memaparkan kondisi geometrik existing untuk awal rencana, kondisi geometrik existing untuk akhir rencana dan analisa kebutuhan pelebaran jalan pada akhir umur rencana. Namun terlebih dahulu dilakukan penentuan tipe alinyemen termasuk datar, bukit atau gunung. Penentuan tipe alinyemen ini digunakan untuk mengetahui kondisi medan dilapangan.

1. Penentuan Tipe Alinyemen

Untuk menentukan tipe alinyemen termasuk datar, bukit dan gunung, maka dilakukan analisa sebagai berikut sesuai persamaan 2.2 :

$$\text{Alinyemen} = \frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}(km)}$$

Tabel 5.1 : Perhitungan ΔH Untuk Alinyemen Vertikal

No	STA	ELEVASI (m)	ΔH (m)
1	81+050	199,457	0
2	81+300	201,929	2,472
3	81+550	205,464	3,535
4	81+800	208,044	2,58

5	82+050	208,339	0,295
6	82+300	213,766	5,427
7	82+550	219,108	5,342
8	82+800	222,572	3,464
9	83+050	227,028	4,456
10	83+300	229,279	2,251
11	83+550	236,952	7,673
12	83+800	238,034	1,082
13	84+050	242,503	4,469
$\Sigma \Delta H$			43,046

Dimana :

$$\frac{\Delta H}{\Sigma \text{ Panjang Jalan}} = \frac{43,046}{3} = 14,349 \frac{m}{km}$$

Sesuai dengan persamaan 2.1 maka :

$$\text{Alinyemen Horizontal} = \frac{\left(\frac{\Sigma \Delta}{360}\right) \times 2\pi \lambda}{\Sigma \text{ panjang jalan}}$$

Tabel 5.2 : Perhitungan ΔD Untuk Alinyemen Horizontal

No.	Sta	D (sudut)
1	81+981	2,894896
2	82+276	2,105127
3	83+545	33,220778
4	83+744	16,066266
$\Sigma \Delta D$		54,287067

$$\frac{\left(\frac{\Sigma \Delta}{360}\right) \times 2 \text{rad} \pi}{\Sigma \text{panjang jalan}} = \frac{54,287 \times 2 \text{rad} \pi}{360} = 0,0055 \text{ rad/km}$$

Sesuai dengan tabel 2.1, hasil perhitungan di atas

$$\frac{\Delta H}{\Sigma \text{Panjang Jalan}} = 14,349 \text{ m/km} \quad \text{dan} \quad \frac{\left(\frac{\Sigma \Delta}{360}\right) \times 2 \text{rad} \lambda}{\Sigma \text{panjang jalan}} = 0,0055 \text{ rad /km, berdasarkan perhitungan lengkung vertikal dan lengkung horizontal maka daerah perencanaan termasuk tipe alinyemen “Bukit”}.$$

5.2 Kontrol Geometrik

5.2.1 Alinyemen Horisontal

Dari gambar proyek yang ada pada ruas jalan karanglo – pendem STA 81+050 – sampai dengan STA 84+050 – terdapat 4 lengkung, tepatnya pada STA 81+981,39 dengan R 3000 m, STA 82+276,01 dengan R 2000 m, STA 83+545,03 dengan R 450 m, dan STA 83+744,13 dengan R 350 m.

Direncanakan kecepatan rencana 60 km/jam dengan R_{\min} menggunakan persamaan 2.28 :

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

Dimana :

R = Jari – jari lengkung (m)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

e_{\max} = Kemiringan maksimum tikungan 10%

f_{\max} = Koefisien gesekan melintang maksimum 0,15

Maka :

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127(0,1 + 0,15)} = 113,39 \text{ m}$$

$$R_{\min} < R_{\text{lapangan}} \dots\dots\dots \text{OK}$$

1. STA 81+981,39

$$R = 3000 \text{ m}$$

$$V = 60 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 2,894896^\circ$$

Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

$$L_c < 20\text{m Full Circle}$$

$$L_c > 20\text{m Spiral Circle Spiral}$$

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c) menggunakan persamaan 2.29 :

$$\begin{aligned} T_c &= R \times \tan (1/2\Delta) \\ &= 3000 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 2,894896^\circ) \\ &= 75,8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c) menggunakan persamaan 2.30 :

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \times \tan (1/4\Delta) \\ &= 75,8 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 2,894896^\circ) \\ &= 0,96 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c) menggunakan persamaan 2.31 :

$$\begin{aligned} L_c &= 0,01745 \times R \times \Delta \\ &= 0,01745 \times 3000 \times 2,894896^\circ \\ &= 151,55 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Kontrol**

$$L_c < (2T_c)$$

$$151,55 < (2 \times 75,8)$$

$$151,55 < 151,6 \dots\dots\dots \text{OK}$$

► Perhitungan STA titik PI, Tc, Ct

$$PI = 81+981,39$$

$$\begin{aligned} TC &= STA PI - T_c \\ &= 81+981,39 - 75,8 \text{ m} \\ &= 81+905,59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CT &= STA TC + L_c \\ &= 81+905,59 + 151,55 \\ &= 82+057,14 \end{aligned}$$

2. STA 82+276,01

$$R = 2000 \text{ m}$$

$$V = 60 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 2,105127^\circ$$

Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

$L_c < 20\text{m}$ Full Circle

$L_c > 20\text{m}$ Spiral Circle Spiral

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c) menggunakan persamaan 2.29 :

$$\begin{aligned} T_c &= R \times \tan (1/2\Delta) \\ &= 2000 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 2,105127^\circ) \\ &= 36,75 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c) menggunakan persamaan 2.30 :

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \times \tan (1/4\Delta) \\ &= 36,75 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 2,105127^\circ) \\ &= 0,34 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c) menggunakan persamaan 2.31 :

$$\begin{aligned} L_c &= 0,01745 \times R \times \Delta \\ &= 0,01745 \times 2000 \times 2,105127^\circ \\ &= 73,47 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kontrol $L_c < (2T_c)$
 $73,47 < (2 \times 36,75)$
 $73,47 < 73,5 \dots\dots\dots \text{OK}$

- Perhitungan STA titik PI, T_c , C_t

$$\begin{aligned} \text{PI} &= 82+276,01 \\ \text{TC} &= \text{STA PI} - T_c \\ &= 82+276,01 - 36,75 \text{ m} \\ &= 82+239,26 \\ \text{CT} &= \text{STA TC} + L_c \\ &= 82+239,26 + 73,47 \text{ m} \\ &= 82+312,73 \end{aligned}$$

3. STA 83+545,03
 $R = 450 \text{ m}$
 $V = 60 \text{ km/jam}$
 $\Delta = 33,22078^\circ$

Menggunakan lengkung Spiral Circle Spiral dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

$L_c < 20\text{m}$ Full Circle

$L_c > 20\text{m}$ Spiral Circle Spiral

- Perhitungan Jarak lurus lengkung peralihan (X_s) menggunakan persamaan 2.36 :

$$\begin{aligned} X_s &= L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40Rc^2} \right) \\ &= 40 \left(1 - \frac{40^2}{40 \cdot 450^2} \right) = 39,992 \end{aligned}$$

- Perhitungan jarak tegak lurus ke titik Sc pada lengkung (Ys) menggunakan persamaan 2.35 :

$$\begin{aligned} Y_s &= \frac{Ls^2}{6 \times R} \\ &= \frac{40^2}{6 \times 450} \\ &= 0,593 \end{aligned}$$

- Perhitungan sudut spiral menggunakan persamaan 2.32 :

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 Ls}{\pi R} \\ &= \frac{90 \times 40}{3,14 \times 450} \\ &= 2,546 \end{aligned}$$

- Perhitungan faktor p menggunakan persamaan 2.38 :

$$\begin{aligned} p &= \frac{Ls^2}{6 \times R} - R (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{40^2}{6 \times 450} - 450 (1 - \cos 2,546) \\ &= 0,148 \end{aligned}$$

- Perhitungan faktor k menggunakan persamaan 2.40 :

$$\begin{aligned} k &= \frac{Ls^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s \\ &= \frac{40^3}{40 \times 450^2} - 450 \times \sin 2,546 \\ &= 19,999 \end{aligned}$$

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus ke bagian lengkung berbentuk spiral (Ts) menggunakan persamaan 2.42 :

$$\begin{aligned} Ts &= (R + p) \times \tan \frac{1}{2}\Delta + k \\ &= (450 + 0,148) \times \tan \frac{33,22078}{2} + 19,999 \\ &= 154,283 \end{aligned}$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (Es) menggunakan persamaan 2.43 :

$$\begin{aligned} Es &= (R + p) \times \sec \frac{1}{2}\Delta + R \\ &= (450 + 0,148) \times \sec \frac{33,22078}{2} + 450 \\ &= 19,75 \end{aligned}$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (Lc) menggunakan persamaan 2.34 :

$$\begin{aligned} Lc &= \left(\frac{\Delta - 2\theta_s}{180} \right) \times \pi \times R \\ &= \left(\frac{33,22078 - 2 \times 2,546}{180} \right) \times 3,14 \times 450 \\ &= 220,915 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{total} &= Lc + 2Ls \\ &= 300,915 \end{aligned}$$

- Kontrol

$$\begin{aligned} L_{tot} &< (2Ts) \\ 300,915 &< (2 \times 154,283) \\ 300,915 &< 308,566 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

- Diagram Superelevasi

Dari persamaan 2.55 di dapat

$$\begin{aligned} Ls' &= B \times e_m \times m \\ &= 4,5 \text{ m} \times 0,044 \times \frac{1}{1/125} \\ &= 22,5 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5.1 : Diagram superelevasi 83+545,03

4. STA 83+744,13
 $R = 350 \text{ m}$
 $V = 60 \text{ km/jam}$
 $\Delta = 16,06627^\circ$

Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

$L_c < 20\text{m}$ Full Circle
 $L_c > 20\text{m}$ Spiral Circle Spiral

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus ke bagian lengkung (T_c) menggunakan persamaan 2.29 :

$$\begin{aligned} T_c &= R \times \tan (1/2\Delta) \\ &= 350 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 16,06627^\circ) \\ &= 49,396 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c) menggunakan persamaan 2.30 :

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \times \tan (1/4\Delta) \\ &= 49,396 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 16,06627^\circ) \\ &= 3,468 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)
menggunakan persamaan 2.31 :

$$\begin{aligned} L_c &= 0,01745 \times R \times \Delta \\ &= 0,01745 \times 350 \times 16,06627^\circ \\ &= 98,125 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kontrol $L_c < (2T_c)$
 $98,125 < (2 \times 49,396)$
 $98,125 < 98,792 \dots\dots\dots \text{OK}$

- Perhitungan STA titik PI, T_c , C_t

$$\begin{aligned} \text{PI} &= 83+744,13 \\ \text{TC} &= \text{STA PI} - T_c \\ &= 83+744,13 - 49,396 \text{ m} \\ &= 83+694,734 \\ \text{CT} &= \text{STA TC} + L_c \\ &= 83+694,734 + 98,125 \text{ m} \\ &= 83+792,859 \end{aligned}$$

- Diagram Superelevasi
Dari persamaan 2.55 di dapat

$$\begin{aligned} L_s' &= B \times e_m \times m \\ &= 4,5 \text{ m} \times 0,055 \times \frac{1}{1/125} \\ &= 28,125 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5.2 : Diagram superelevasi STA83+744,13

5.2.2 Alinyemen Vertikal

1. STA 81+200

$$g_1 = \frac{(201,005 - 200,405)}{50} = +1,2 \%$$

$$g_2 = \frac{(201,132 - 201,005)}{50} = +0,254 \%$$

► Perhitungan Perbedaan kelandaian (A)

$$\begin{aligned} A &= g_2 - g_1 \\ &= +0,254\% - (+1,2\%) \\ &= -0,946 \% \end{aligned}$$

► Pemilihan alinyemen vertikal

Berdasarkan perhitungan perbedaan kelandaian dan hasilnya negatif, maka alinyemen vertikal tersebut merupakan alinyemen vertikal cembung.

► Jarak Pandang Henti

Pada jarak pandang henti minimum 75 m (didapat dari tabel 2.25), untuk h_1 (tinggi mata pengendara di atas pavement) adalah 1,25m sedangkan h_2 (Tinggi obyek di atas pavement) adalah 0,1 m.

► Jarak Pandang Mendahului

Pada jarak pandang henti minimum 350 m (didapat dari tabel 2.26), untuk h_1 (tinggi mata pengemudi di atas pavement) adalah 1,25m sedangkan h_2 (Tinggi obyek di atas pavement) adalah 1,25 m.

► Panjang Lengkung Vertikal (L_v)

a. Berdasarkan jarak pandang henti

1) $S < L$ (menggunakan persamaan 2.49)

$$\begin{aligned} L &= \frac{A \times S^2}{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \\ &= \frac{0,946 \times 75^2}{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2} \\ &= 13,789 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S < L$$

$$75 \text{ m} < 13,789 \text{ m (tidak memenuhi)}$$

2) $S > L$ (menggunakan persamaan 2.51)

$$\begin{aligned} L &= 2 \times S - \frac{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \\ &= 2 \times 75 - \frac{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{0,1})^2}{0,946} \\ &= -257,929 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S > L$$

$$75 \text{ m} > -257,929 \text{ m (memenuhi)}$$

b. Berdasarkan jarak pandang mendahului

1) $S < L$ (menggunakan persamaan 2.49)

$$\begin{aligned} L &= \frac{A \times S^2}{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \\ &= \frac{0,946 \times 350^2}{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{1,25})^2} \\ &= 123,549 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S < L$$

350 m < 123,549m (tidak memenuhi)

2) $S > L$ (menggunakan persamaan 2.51)

$$\begin{aligned} L &= 2 \times S - \frac{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \\ &= 2 \times 350 - \frac{200 \times (\sqrt{1,25} + \sqrt{1,25})^2}{0,946} \\ &= -291,513 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S > L$$

350 m > -291,513 m (memenuhi)

c. Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$\begin{aligned} L &= 0,6 \times v \\ &= 0,6 \times 60 \\ &= 36 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Berdasarkan syarat drainase

$$\begin{aligned} L &= 40 \times A \\ &= 40 \times 0,946 \\ &= 38 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari data perhitungan di atas di ambil $L = 38\text{m}$

► Pergeseran Vertikal (Ev)

$$\begin{aligned} \text{Ev} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{0,036 \times 38}{800} \\ &= 0,045 \text{ m} \end{aligned}$$

► Elevasi dan STA PLV

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PLV} &= \text{elevasi PPV} - \frac{1}{2} \times L \times g_1 \\ &= 201,005 - \frac{1}{2} \times 38 \times 1,2\% \\ &= 200,777 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - \frac{1}{2} \times L \\ &= 81+200 - \frac{1}{2} \times 38 \\ &= 81+181 \end{aligned}$$

► Elevasi $\frac{1}{4} L$

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{(200 \times L)} X^2 \\ y' &= \frac{0,946}{200 \times 38} 9,5^2 \\ y' &= 0,011234 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } \frac{1}{4} L &= \text{Elevasi PPV} - ((g_1/100) \times 1/4L) - y' \\ &= 201,005 - ((1,2/100) \times 9,5) - 0,011234 \\ &= 200,880 \end{aligned}$$

► Elevasi Rencana PPV

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PPV} &= \text{Elevasi PPV} - \text{Ev} \\ &= 201,005 - 0,045 \\ &= 200,960 \end{aligned}$$

► Elevasi $\frac{3}{4} L$

$$y' = \frac{A}{(200 \times L)} X^2$$

$$y' = \frac{0,946}{200 \times 38} 9,5^2$$

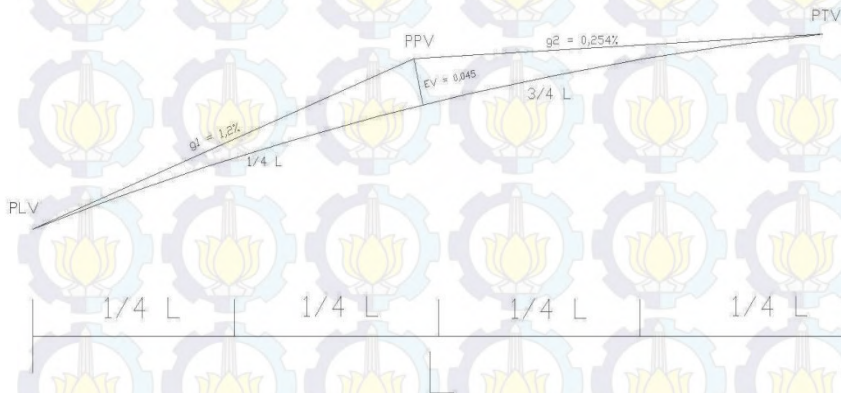
$$y' = 0,01123$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } \frac{3}{4} L &= \text{Elevasi PPV} + \left(\left(\frac{g_2}{100} \right) \times (L - \frac{3}{4} L) \right) - y' \\ &= 201,005 + \left(\left(\frac{0,254}{100} \right) \times (38 - 28,5) \right) - 0,01123 \\ &= 201,018 \end{aligned}$$

► Elevasi dan STA PTV

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PTV} &= \text{elevasi PPV} + \frac{1}{2} \times L_v \times g_2 \\ &= 201,005 + \frac{1}{2} \times 38 \times 0,254\% \\ &= 201,053 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} - \frac{1}{2} \times L \\ &= 81+200 + \frac{1}{2} \times 38 \\ &= 81+219 \end{aligned}$$



Gambar 5.3 : Alinyemen Vertikal STA 81+200

Tabel 5.3 : Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal

No.	L (m)	Kelandaian	Alinyemen Vertikal	STA PLV	Elevasi PLV	Elevasi 1/4 L	STA PPV	Elevasi PPV	Elevasi 3/4 L	STA PTV	Elevasi PTV
1	38	-0,946	Cembung	81+181	200,78	200,88	STA 81+200	200,96	201,02	81+219	201,05
2	36	1,340	Cekung	81+232	201,09	201,12	STA 81+250	201,19	201,29	81+268	201,42
3	54	-1,348	Cembung	81+473	204,45	204,73	STA 81+500	204,95	204,95	81+527	205,27
4	36	0,716	Cekung	81+582	205,62	205,67	STA 81+600	205,74	205,82	81+618	205,92
5	36	-0,820	Cembung	81+782	207,85	207,94	STA 81+800	208,01	207,99	81+818	208,09
6	36	-0,211	Cembung	81+857	208,20	208,22	STA 81+875	208,24	208,25	81+893	208,26
7	36	0,276	Cekung	81+982	208,17	208,15	STA 82+000	208,15	208,18	82+018	208,22
8	85	2,127	Cekung	82+107.5	208,76	209,03	STA 82+150	209,42	209,82	82+192.5	210,25
9	36	-0,902	Cembung	82+457	218,01	218,17	STA 82+475	218,35	218,34	82+493	218,51
10	50	-1,241	Cembung	82+650	220,96	221,22	STA 82+675	221,44	221,45	82+700	221,74
11	36	0,764	Cekung	82+807	222,59	222,62	STA 82+825	222,67	221,45	82+843	222,82
12	36	-2,517	Cembung	83+014	226,50	226,73	STA 83+050	226,92	226,78	83+032	227,06
13	36	0,337	Cekung	83+107	227,10	227,12	STA 83+125	227,15	227,18	83+143	227,22
14	16	-0,390	Cembung	83+192	227,47	227,49	STA 83+200	227,50	227,51	83+208	227,52
15	50	5,448	Cekung	83+250	226,92	227,49	STA 83+275	227,92	228,17	83+300	228,93
16	24	-0,604	Cembung	83+513	236,64	236,71	STA 83+525	236,84	236,83	83+537	236,87
17	28	-0,689	Cembung	83+661	237,88	237,93	STA 83+675	238,14	238,02	83+689	238,04
18	36	3,043	Cekung	83+807	237,99	238,05	STA 83+825	238,35	238,38	83+843	238,65
19	53	-1,328	Cembung	83+948.5	241,83	242,04	STA 83+975	242,36	242,33	83+701.5	242,38

5.3 Analisa Kapasitas

5.3.1 Analisa Kapasitas Kondisi Existing Pada Awal Umur Perencanaan (Tahun 2012)

a. Menentukan Kapasitas Dasar

Untuk menentukan kapasitas dasar pada suatu jalan perkotaan seperti jalan karanglo – pendem KM 81+050 – 84+050 ini dapat dilihat dari tipe jalan. Tipe jalan pada jalan karanglo – pendem ini menggunakan dua lajur tak terbagi (2/2 UD). Maka kapasitas dasar yang diambil untuk tipe jalan dua lajur tak terbagi yaitu 2900 smp/jam.

b. Menentukan factor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw)

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 6 meter didapat nilai $FCw = 0,87$

c. Menentukan Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp)

Tabel 5.4 : Perhitungan LHR 2011 dari jalan Karanglo – pendem STA 81+050 – 84+050

NO	JENIS KENDARAAN	Q_{DH} (KEND/JAM)	k	LHR
		a	b	a/b
1	SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	1581	0.11	14373
2	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	194	0.11	1764
3	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	36	0.11	327
4	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	35	0.11	318
5	BUS KECIL		0.11	0
6	BUS BESAR	4	0.11	36
7	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	54	0.11	491
8	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	3	0.11	27
9	TRUCK TANGKI GANDENG	0	0.11	0
10	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	1	0.11	9
	jumlah	1908		17345

Tabel 5.5 : Perhitungan LHR 2011 dari jalan Pendem – Karanglo STA 81+050 – 84+050

NO	JENIS KENDARAAN	Q_{DH} (KEND/JAM)	k	LHR
		a	b	a/b
1	SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	2249	0.11	20445
2	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	309	0.11	2809
3	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	43	0.11	391
4	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	41	0.11	373
5	BUS KECIL	3	0.11	27
6	BUS BESAR	2	0.11	18
7	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	37	0.11	336
8	TRUCK TANGKI 3 SUMBU		0.11	0
9	TRUCK TANGKI GANDENG		0.11	0
10	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	6	0.11	55
	jumlah	2690		24455

$$\begin{aligned}
 & \bullet \frac{LHR_{2011} \text{ dari Jl.Pendem - Jl.Karanglo}}{\text{Total LHR 2011 dari 2 arah}} \times 100\% \\
 &= \frac{24455}{(24455+17345)} \times 100\% \\
 &= \frac{24455}{41800} \times 100\% = 58,5\% \approx 60\%
 \end{aligned}$$

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat $FC_{sp} = 0.94$

- d. Menentukan Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{sf})

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan JL. Karanglo – JL. Pendem STA 81+050 – STA 84+050 dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 meter.

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 m meter, didapat $FC_{sf} = 1$

- e. Menentukan factor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{cs})

Berdasarkan dari jumlah penduduk kabupaten malang yaitu sebesar 2,42 juta penduduk, maka dari table 2.6 didapatkan untuk factor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{cs}) sebesar 1,00

- f. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \\
 &= 2900 \times 0,87 \times 0,94 \times 1 \times 1 \\
 &= 2371,62 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

- g. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q)

Sesuai dengan buku “*Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*” oleh silvia sukirman bahwa LHR adalah volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan. Dengan data yang kami dapatkan tidak lebih dari 24 jam atau tidak lebih dari 1 hari, maka data tersebut tidak bisa dikatakan LHR (Lalulintas Harian Rata-rata).

Oleh karena itu, kami mencari arus jam puncak untuk mengubah arus jam rencana (kend/jam) menjadi LHR (kend/hari) dengan menggunakan rumus 2.6, yaitu :

$$Q_{dh} = LHR \times k$$

$$LHR = \frac{Q_{dh}}{k}$$

Keterangan :

Q_{dh} = Arus Jam Rencana (Kend/jam)
 k = 0,09 (Untuk jalan perkotaan)

Oleh karena itu untuk menentukan Q (Nilai arus total lalu lintas dalam satuan smp/jam) :

Dari persamaan 2.5 Didapatkan

$$Q = LHR \times k \times emp$$

- Pada awal umur rencana (Tahun 2012) :

Sepeda motor	=	1300 smp/jam	
Sedan & Jeep	=	544 smp/jam	
Oplet & Minibus	=	37 smp/jam	
Micro Truck	=	76 smp/jam	
Bus Kecil	=	2 smp/jam	
Bus Besar	=	10 smp/jam	
Truck 2as	=	72 smp/jam	
Truck 3as	=	2 smp/jam	
Truck Gandeng	=	0 smp/jam	
Truck Trailer	=	5 smp/jam	+
			<hr/>
			2048 smp/jam

Dari data di atas, diketahui bahwa jumlah arus total kendaraan ($\sum Q$) sebesar 2048. Maka untuk menghitung Derajat kejenuhan (DS) yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan :

Q = Arus Total Kendaraan (Smp/Jam)

C = Kapasitas Jalan (Smp/Jam)

$$DS = \frac{2048}{2372} = 0,86$$

Syarat $DS < 0,75$

0,86 < 0,75.....(NOT OK)

Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan diatas diperoleh bahwa Volume arus lalu lintas yang melewati jalan karanglo – pendem mendekati kapasitas jalan tersebut maka jalan karanglo – pendem ini masih belum mampu menampung arus lalu lintas secara optimal. Oleh karena itu jalan membutuhkan pelebaran jalan agar dapat menampung arus lalu lintas tersebut serta mendukung kenyamanan dan keamanan bagi pemakai jalan.

5.3.2 Analisa Kebutuhan Pelebaran Jalan.

Dari analisa kapasitas kondisi existing pada awal umur rencana didapatkan derajat kejenuhan yang melebihi 0,75. Maka jalan membutuhkan pelebaran agar dapat menampung arus lalu lintas sesuai dengan kapasitasnya. Berikut ini adalah analisis kapasitas setelah dilebarkan :

- **Pelebaran dengan tipe jalan 2/2 UD dengan lebar badan jalan (Wc) 6 meter menjadi 7 meter**

a. Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Untuk menentukan kapasitas dasar pada suatu jalan perkotaan seperti jalan karanglo – pendem KM 81+050 – 84+050 ini dapat dilihat dari tipe jalan. Tipe jalan pada jalan karanglo – pendem ini menggunakan dua lajur tak terbagi (2/2 UD). Maka kapasitas dasar yang diambil untuk tipe jalan dua lajur tak terbagi yaitu 2900 smp/jam.

b. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw)

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 9 meter didapat nilai FCw = 1,00

c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp).

Sesuai dengan tabel 5.4 dan tabel 5.5 , maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 & \bullet \frac{\text{LHR}_{2011} \text{ dari Jl. Pendem} - \text{Jl. Karanglo}}{\text{Total LHR}_{2011} \text{ dari 2 arah}} \times 100\% \\
 &= \frac{24455}{(24455 + 17345)} \times 100\% \\
 &= \frac{24455}{41800} \times 100\% = 58,5\% \approx 60\%
 \end{aligned}$$

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat FCsp = 0.94

d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan JL. Karanglo – JL. Pendem STA 81+050 – STA 84+050 dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 meter.

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 m meter, didapat $FCsf = 1$

e. Menentukan factor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs)

Berdasarkan dari jumlah penduduk kabupaten malang yaitu sebesar 2,42 juta penduduk, maka dari table 2.6 didapatkan untuk factor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs) sebesar 1,00

f. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \\ &= 2900 \times 1 \times 0,94 \times 1 \times 1 \\ &= 2726 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

g. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q).

Sesuai dengan buku “*Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*” oleh silvia sukirman bahwa LHR adalah volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan. Dengan data yang kami dapatkan tidak lebih dari 24 jam atau tidak lebih dari 1 hari, maka data tersebut tidak bisa dikatakan LHR (Lalulintas Harian Rata-rata).

Oleh karena itu, kami mencari arus jam puncak untuk mengubah arus jam rencana (kend/jam) menjadi LHR (kend/hari) dengan menggunakan rumus 2.6, yaitu :

$$Q_{dh} = LHR \times k$$

$$LHR = \frac{Q_{dh}}{k}$$

Keterangan :

$k = 0,09$ (Untuk jalan perkotaan)

Oleh karena itu untuk menentukan Q (Nilai arus total lalu lintas dalam satuan smp/jam) :

Dari persamaan 2.5 Didapatkan

$$Q = LHR \times k \times \text{emp}$$

- Pada Awal Umur rencana (Tahun 2012) :

Sepeda motor	=	1300 smp/jam	
Sedan & Jeep	=	544 smp/jam	
Oplet & Minibus	=	37 smp/jam	
Micro Truck	=	76 smp/jam	
Bus Kecil	=	2 smp/jam	
Bus Besar	=	10 smp/jam	
Truck 2as	=	72 smp/jam	
Truck 3as	=	2 smp/jam	
Truck Gandeng	=	0 smp/jam	
Truck Trailer	=	5 smp/jam	+
	=	2048 smp/jam	

untuk menghitung Derajat kejenuhan (DS) yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan :

Q = Arus Total Kendaraan (Smp/Jam)

C = Kapasitas Jalan (Smp/Jam)

$$DS = \frac{2048}{2726} = 0,75$$

Syarat $DS < 0,75$

$0,75 < 0,75$(NOT OK)

Dari perhitungan analisa kapasitas diatas dapat disimpulkan bahwa untuk derajat kejenuhan (DS) pada awal umur perencanaan (Tahun 2012) tidak memenuhi persyaratan jalan perkotaan ($DS < 0,75$). Sehingga lebar 7 meter tidak bisa digunakan pada ruas jalan ini.

- **Pelebaran dengan tipe jalan 2/2 UD dengan lebar badan jalan (Wc) 6 meter menjadi 8 meter**

a. Menentukan kapasitas dasar (Co)

Untuk menentukan kapasitas dasar pada suatu jalan perkotaan seperti jalan karanglo – pendem KM 81+050 – 84+050 ini dapat dilihat dari tipe jalan. Tipe jalan pada jalan karanglo – pendem ini menggunakan dua lajur tak terbagi (2/2 UD). Maka kapasitas dasar yang diambil untuk tipe jalan dua lajur tak terbagi yaitu 2900 smp/jam

b. Menentukan faktor Penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas(FCw)

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 9 meter didapat nilai FCw = 1,14.

c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp)

Sesuai dengan tabel 5.4 dan tabel 5.5 , maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 & \bullet \frac{LHR2011 \text{ dari Jl.Pendem} - \text{Jl.Karanglo}}{\text{Total LHR 2011 dari 2 arah}} \times 100\% \\
 &= \frac{24455}{(24455+17345)} \times 100\% \\
 &= \frac{24455}{41800} \times 100\% = 58,5 \% \approx 60 \%
 \end{aligned}$$

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat FCsp = 0.94

d. Menentukan Faktor Penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan JL. Karanglo – JL. Pendem STA 81+050 – STA 84+050 dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 meter.

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 m meter, didapat FCsf = 1

e. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat ukuran kota (FCcs)

Berdasarkan dari jumlah penduduk kabupaten malang yaitu sebesar 2,42 juta penduduk, maka dari table 2.6 didapatkan untuk factor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs) sebesar 1,00

f. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCCs \\ &= 2900 \times 1,14 \times 0,94 \times 1 \times 1 \\ &= 3107,64 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

g. Menentukan nilai arus total lalu lintas dalam satuan smp/jam (Q)

Sesuai dengan buku “*Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*” oleh silvia sukirman bahwa LHR adalah volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan. Dengan data yang kami dapatkan tidak lebih dari 24 jam atau tidak lebih dari 1 hari, maka data tersebut tidak bisa dikatakan LHR (Lalulintas Harian Rata-rata).

Oleh karena itu, kami mencari arus jam puncak untuk mengubah arus jam rencana (kend/jam) menjadi LHR (kend/hari) dengan menggunakan rumus 2.6, yaitu :

$$Q_{dh} = LHR \times k$$

$$LHR = \frac{Q_{dh}}{k}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} Q_{dh} &= \text{Arus Jam Rencana (Kend/jam)} \\ k &= 0,09 \text{ (Untuk jalan perkotaan)} \end{aligned}$$

Oleh karena itu untuk menentukan Q (Nilai arus total lalu lintas dalam satuan smp/jam) :

Dari persamaan 2.5 Didapatkan

$$Q = LHR \times k \times emp$$

- Pada Awal Umur Rencana (Tahun 2012) :

Sepeda motor	=	1300 smp/jam	
Sedan & Jeep	=	544 smp/jam	
Oplet & Minibus	=	37 smp/jam	
Micro Truck	=	76 smp/jam	
Bus Kecil	=	2 smp/jam	
Bus Besar	=	10 smp/jam	
Truck 2as	=	72 smp/jam	
Truck 3as	=	2 smp/jam	
Truck Gandeng	=	0 smp/jam	
Truck Trailer	=	5 smp/jam	+
	=	2048 smp/jam	

Maka untuk menghitung Derajat kejenuhan (DS) yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{2048}{3107,64} = 0,61$$

Syarat $DS < 0,75$

$0,66 < 0,75$(OK)

- Pada Pertengahan umur rencana (Tahun 2016)

Sepeda motor	=	1525 smp/jam	
Sedan & Jeep	=	660 smp/jam	
Oplet & Minibus	=	4 smp/jam	
Micro Truck	=	58 smp/jam	
Bus Kecil	=	0 smp/jam	
Bus Besar	=	10 smp/jam	
Truck 2as	=	68 smp/jam	
Truck 3as	=	2 smp/jam	
Truck Gandeng	=	0 smp/jam	
Truck Trailer	=	6 smp/jam	+
		2332,8 smp/jam	

Maka untuk menghitung Derajat kejenuhan (DS) yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan :

Q = Arus Total Kendaraan (Smp/Jam)

C = Kapasitas Jalan (Smp/Jam)

$$DS = \frac{2332,8}{3108} = 0,75$$

Syarat $DS < 0,75$

$0,75 < 0,75$(NOT OK)

Dari hasil analisa kapasitas pada pelebaran 8 meter ini dapat disimpulkan bahwa kapasitas pada awal umur perencanaan dan awal umur rencana dapat menampung volume lalu lintas akan tetapi pada pertengahan umur rencana (tahun 2016) derajat kejenuhan tidak memenuhi persyaratan jalan perkotaan ($DS < 0,75$). Maka lebar 8 meter masih belum bisa digunakan untuk menampung arus sampai akhir umur rencana.

- **Pelebaran dengan tipe jalan 2/2 UD dengan lebar badan jalan (Wc) 6 meter menjadi 9 meter**

a. Menentukan kapasitas dasar (Co)

Untuk menentukan kapasitas dasar pada suatu jalan perkotaan seperti jalan karanglo – pendem KM 81+050 – 84+050 ini dapat dilihat dari tipe jalan. Tipe jalan pada jalan karanglo – pendem ini menggunakan dua lajur tak terbagi (2/2 UD). Maka kapasitas dasar yang diambil untuk tipe jalan dua lajur tak terbagi yaitu 2900 smp/jam

b. Menentukan faktor Penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas(FCw)

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan lebar efektif jalur 9 meter didapat nilai FCw = 1,25

c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp)

Sesuai dengan tabel 5.4 dan tabel 5.5 , maka diperoleh :

$$\begin{aligned} & \bullet \frac{LHR_{2011} \text{ dari } Jl.Pendem - Jl.Karanglo}{\frac{Total \ LHR \ 2011 \text{ dari } 2 \text{ arah}}{24455}} \times 100\% \\ &= \frac{24455}{(24455+17345)} \times 100\% \\ &= \frac{24455}{41800} \times 100\% = 58,5 \% \approx 60 \% \end{aligned}$$

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2UD dengan pemisah arah 60%-40% didapat FCsp = 0.94

d. Menentukan Faktor Penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan JL. Karanglo – JL. Pendem STA 81+050 – STA 84+050 dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 meter.

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping kecil dan lebar bahu dengan kerb 2 m meter, didapat FCsf = 1

e. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat ukuran kota (FCcs)

Berdasarkan dari jumlah penduduk kabupaten malang yaitu sebesar 2,42 juta penduduk, maka dari table 2.6 didapatkan untuk factor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs) sebesar 1,00

f. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \\ &= 2900 \times 1,25 \times 0,94 \times 1 \times 1 \\ &= 3407,5 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

g. Menentukan nilai arus total lalu lintas dalam satuan smp/jam (Q)

Sesuai dengan buku “*Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*” oleh silvia sukirman bahwa LHR adalah volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan. Dengan data yang kami dapatkan tidak lebih dari 24 jam atau tidak lebih dari 1 hari, maka data tersebut tidak bisa dikatakan LHR (Lalulintas Harian Rata-rata).

Oleh karena itu, kami mencari arus jam puncak untuk mengubah arus jam rencana (kend/jam) menjadi LHR (kend/hari) dengan menggunakan rumus 2.6, yaitu :

$$Q_{dh} = LHR \times k$$

$$LHR = \frac{Q_{dh}}{k}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} Q_{dh} &= \text{Arus Jam Rencana (Kend/jam)} \\ k &= 0,09 \text{ (Untuk jalan perkotaan)} \end{aligned}$$

Oleh karena itu untuk menentukan Q (Nilai arus total lalu lintas dalam satuan smp/jam) :

Dari persamaan 2.5 Didapatkan

$$Q = LHR \times k \times emp$$

- Pada Awal Umur Perencanaan (Tahun 2012) :

Sepeda motor	=	1300 smp/jam
Sedan & Jeep	=	544 smp/jam
Oplet & Minibus	=	37 smp/jam
Micro Truck	=	76 smp/jam
Bus Kecil	=	2 smp/jam
Bus Besar	=	10 smp/jam
Truck 2as	=	72 smp/jam
Truck 3as	=	2 smp/jam
Truck Gandeng	=	0 smp/jam
Truck Trailer	=	5 smp/jam +
	=	2048 smp/jam

Maka untuk menghitung Derajat kejenuhan (DS) yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan :

Q = Arus Total Kendaraan (Smp/Jam)

C = Kapasitas Jalan (Smp/Jam)

$$DS = \frac{2048}{3407,5} = 0,60$$

Syarat $DS < 0,75$

$0,60 < 0,75$(OK)

- Pada Pertengahan umur rencana (Tahun 2016)

Sepeda motor	=	1525 smp/jam
Sedan & Jeep	=	660 smp/jam
Oplet & Minibus	=	4 smp/jam
Micro Truck	=	58 smp/jam
Bus Kecil	=	0 smp/jam
Bus Besar	=	10 smp/jam
Truck 2as	=	68 smp/jam
Truck 3as	=	2 smp/jam

Truck Gandeng	=	0 smp/jam	
Truck Trailer	=	6 smp/jam	+
		2332,8 smp/jam	

Maka untuk menghitung Derajat kejenuhan (DS)
yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{2332,8}{3408} = 0,68$$

Syarat $DS < 0,75$
 $0,68 < 0,75$(OK)

- Pada akhir umur rencana (Tahun 2020)

Sepeda motor	=	1673 smp/jam	
Sedan & Jeep	=	736 smp/jam	
Oplet & Minibus	=	4 smp/jam	
Micro Truck	=	46 smp/jam	
Bus Kecil	=	0 smp/jam	
Bus Besar	=	10 smp/jam	
Truck 2as	=	66 smp/jam	
Truck 3as	=	2 smp/jam	
Truck Gandeng	=	0 smp/jam	
Truck Trailer	=	7 smp/jam	+
		2543,6 smp/jam	

Maka untuk menghitung Derajat kejenuhan (DS)
yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan :

Q = Arus Total Kendaraan (Smp/Jam)

C = Kapasitas Jalan (Smp/Jam)

$$DS = \frac{2543,6}{3408} = 0,74$$

Syarat $DS < 0,75$

0,74 < 0,75.....(OK)

Dari hasil analisa kapasitas pada pelebaran 9 meter ini dapat disimpulkan bahwa kapasitas pada awal umur perencanaan, awal umur rencana, pertengahan umur rencana maupun akhir rencana dapat menampung volume lalu lintas dan memenuhi persyaratan derajat kejenuhan pada jalan perkotaan ($DS < 0,75$) Maka dari itu pelebaran 9 meter ini dapat digunakan untuk perencanaan peningkatan jalan ini.

Tabel 5.6 Rekapitulasi DS eksisting dan sesudah pelebaran

Tahun	DS eksisting (6m)	DS pelebaran (9m)
2012	0,863	0,061
2013	0,896	0,623
2014	0,925	0,638
2015	0,956	0,665
2016	0,984	0,685
2017	1,009	0,702
2018	1,032	0,718
2019	1,053	0,733
2020	1,073	0,744

Berikut ini adalah hasil Rekapitulasi hasil analisa pelebaran jalan

Tabel 5.7 : Analisa kapasitas jalan pada awal umur perencanaan (Tahun 2012)

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1300	2372	0.8635	1300	2726	0.7513	1300	3108	0.659	1300	3408	0.601
2	Sedan & Jeep	544			544			544			544		
3	Oplet & Minibus	37			37			37			37		
4	Micro truck & Hantara	76			76			76			76		
5	Bus Kecil	2			2			2			2		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	72			72			72			72		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	5			5			5			5		
	jumlah	2048.0			2048.0			2048.0			2048.0		

Tabel 5.8 : Analisa kapasitas jalan Tahun 2013

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1368	2372	0.8959	1368	2726	0.7794	1368	3108	0.68369	1368	3408	0.6235
2	Sedan & Jeep	579			579			579			579		
3	Oplet & Minibus	20			20			20			20		
4	Micro truck & Hantara	70			70			70			70		
5	Bus Kecil	0			0			0			0		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	71			71			71			71		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	5			5			5			5		
	jumlah	2124.7			2124.7			2124.7			2124.7		

Tabel 5.9 : Analisa kapasitas jalan Tahun 2014

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1427	2371.62	0.92475	1427	2726	0.80453	1427	3107.64	0.70573	1427	3407.5	0.63821
2	Sedan & Jeep	609			609			609			544		
3	Oplet & Minibus	4			4			4			37		
4	Micro truck & Hantara	65			65			65			76		
5	Bus Kecil	0			0			0			2		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	70			70			70			72		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	6			6			6			5		
	jumlah	2193.1			2193.1			2193.1			2174.7		

Tabel 5.10 : Analisa kapasitas jalan Tahun 2015

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1479	2371.62	0.95581	1479	2726	0.83155	1479	3107.64	0.72943	1479	3407.5	0.66524
2	Sedan & Jeep	636			636			636			636		
3	Oplet & Minibus	4			4			4			4		
4	Micro truck & Hantara	61			61			61			61		
5	Bus Kecil	0			0			0			0		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	69			69			69			69		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	6			6			6			6		
	jumlah	2266.8			2266.8			2266.8			2266.8		

Tabel 5.11 : Analisa kapasitas jalan Tahun 2016

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1525	2372	0.9836	1525	2726	0.8558	1525	3108	0.75067	1525	3408	0.6846
2	Sedan & Jeep	660			660			660			660		
3	Oplet & Minibus	4			4			4			4		
4	Micro truck & Hantara	58			58			58			58		
5	Bus Kecil	0			0			0			0		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	68			68			68			68		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	6			6			6			6		
	jumlah	2332.8			2332.8			2332.8			2332.8		

Tabel 5.12 : Analisa kapasitas jalan pada Tahun 2017

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1567	2371.62	1.00882	1567	2726	0.87768	1567	3107.64	0.76989	1567	3407.5	0.70214
2	Sedan & Jeep	681			681			681			681		
3	Oplet & Minibus	4			4			4			4		
4	Micro truck & Hantara	54			54			54			54		
5	Bus Kecil	0			0			0			0		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	67			67			67			67		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	7			7			7			7		
	jumlah	2392.5			2392.5			2392.5			2392.5		

Tabel 5.13 : Analisa kapasitas jalan pada Tahun 2018

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS	Q (smp/ja m)	C (smp/ja m)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1606	2371.62	1.03181	1606	2726	0.89767	1606	3107.64	0.78743	1606	3407.5	0.71814
2	Sedan & Jeep	701			701			701			701		
3	Oplet & Minibus	4			4			4			4		
4	Micro truck & Hantara	51			51			51			51		
5	Bus Kecil	0			0			0			0		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	67			67			67			67		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	7			7			7			7		
	jumlah	2447.1			2447.1			2447.1			2447.1		

Tabel 5.14 : Analisa kapasitas jalan pada Tahun 2019

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
		a	b	2/2 UD (6)	a	b	2/2 UD (7)	a	b	2/2 UD (8)	a	b	2/2 UD (9)
1	Sepeda Motor	1641	2371.62	1.052957	1641	2726	0.916073	1641	3107.64	0.803572	1641	3407.5	0.732858
2	Sedan & Jeep	719			719			719			719		
3	Oplet & Minibus	4			4			4			4		
4	Micro truck &	48			48			48			48		
5	Bus Kecil	0			0			0			0		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	66			66			66			66		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	7			7			7			7		
jumlah		2497.2			2497.2			2497.2			2497.2		

Tabel 5.15 : Analisa kapasitas jalan pada akhir umur rencana (Tahun 2020)

NO	JENIS KENDARAAN	Q (smp/ja m)	C (smp/j am)	DS	Q (smp/j am)	C (smp/j am)	DS	Q (smp/j am)	C (smp/j am)	DS	Q (smp/j am)	C (smp/j am)	DS
		a	b	2/2 UD (6 m)	a	b	2/2 UD (7 m)	a	b	2/2 UD (8 m)	a	b	2/2 UD (9 m)
1	Sepeda Motor	1673	2372	1.0725	1673	2726	0.9331	1673	3108	0.81851	1673	3408	0.7465
2	Sedan & Jeep	736			736			736			736		
3	Oplet & Minibus	4			4			4			4		
4	Micro truck & Hantara	46			46			46			46		
5	Bus Kecil	0			0			0			0		
6	Bus Besar	10			10			10			10		
7	Truck 2as	66			66			66			66		
8	Truck 3as	2			2			2			2		
9	Truck Gandeng	0			0			0			0		
10	Truck Semi Trailer	7			7			7			7		
	jumlah	2543.6			2543.6			2543.6			2543.6		

5.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan

Berdasarkan lalu lintas harian rata-rata tahun 2013 arah Karanglo-Pendem, di dapatkan LHR (kend/hari) sebagai berikut:

- a. LHR awal umur rencana (2012)
 - Mobil Penumpang = 6460 kend
 - Mikro truck dan Hantara = 841 kend
 - Bus kecil = 20 kend
 - Bus besar = 108 kend
 - Truck Tangki 2 as = 743 kend
 - Truck Tangki 3 as = 44 kend
 - Truck Tangki Gandeng = 1 kend
 - Truck Trailer dan semitrailer = 42 kend
- b. LHR akhir umur rencana (2020)
 - Mobil Penumpang = 8221 kend
 - Mikro Truck dan Hantara = 508 kend
 - Bus kecil = 4 kend
 - Bus besar = 108 kend
 - Truck Tangki 2 as = 894 kend
 - Truck Tangki 3 as = 382 kend
 - Truck Tangki Gandeng = 1 kend
 - Truck Trailer dan Semitrailer = 67 kend
- c. Angka ekivalen (E)
 - Mobil Penumpang = 0,0004
 - Mikro truck dan Hantara = 0,2174
 - Bus kecil = 0,2216
 - Bus besar = 2,136
 - Truck Tangki 2 as = 4,832
 - Truck Tangki 3 as = 2,7416
 - Truck Tangki Gandeng = 5,281
 - Truck Trailer dan semitrailer = 10,183

- d. Lintas ekivalen permulaan (LEP) tahun 2012 sesuai persamaan 2.12

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.10

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.16 Lintas Ekivalen Permulaan

Jenis Kendaraan	LHR	C	E	LEP
Mobil Penumpang	6460	0,5	0,0004	1,29
Mikro Truk	841	0,5	0,2174	91,42
Bus Kecil	20	0,5	0,2216	2,22
Bus Besar	108	0,5	2,136	115,34
Truck Tangki 2 Sumbu	743	0,5	4,832	1795,09
Truck Tangki 3 Sumbu	44	0,5	2,74	60,28
Truck Tangki Gandeng	1	0,5	5,281	2,64
Truck Semi Trailer Dan Truck Trailer	42	0,5	10,18	213,78
			Total	2282,06

- e. Lintas ekivalen akhir (LEA) tahun 2020 sesuai persamaan 2.13

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.10

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.17 Lintas Ekuivalen Akhir

Akhir Umur Rencana	LHR	C	E	LEA
Mobil Penumpang	8221	0,5	0,0004	1,64
Mikro Truk	508	0,5	0,2174	55,22
Bus Kecil	4	0,5	0,2216	0,44
Bus Besar	108	0,5	2,136	115,34
Truck Tangki 2 Sumbu	894	0,5	4,832	2159,9
Truck Tangki 3 Sumbu	382	0,5	2,74	523,34
Truck Tangki Gandeng	1	0,5	5,281	2,64
Truck Semi Trailer Dan Truck Trailer	67	0,5	10,18	341,03
			Total	3199,61

- f. Lintas ekuivalen tengah (LET) sesuai pers. 2.14 :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{2282,06 + 3199,61}{2} = 2740,84$$

- g. Lintas ekuivalen rencana (LER) sesuai persamaan 2.15 dan 2.16 :

$$\begin{aligned} LER &= LET \times FP \text{ dimana} \\ FP &= \frac{UR}{10} \end{aligned}$$

$$LER = 2740,84 \times \frac{8}{10}$$

$$LER = 2192,67$$

- h. Menentukan nilai Faktor Regional (FR)
Persentase kendaraan berat (>5 ton) untuk :

- Awal Umur Rencana (tahun 2012)

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat}}{\text{Total Kendaraan}} \times 100\%$$

$$= \frac{1799}{8259} \times 100\%$$

$$= 21,78\%$$

$$= 21,78 \% \leq 30 \%$$

- Akhir Umur Rencana (tahun 2020)

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat}}{\text{Total Kendaraan}} \times 100\%$$

$$= \frac{1964}{10185} \times 100\%$$

$$= 19,28\%$$

$$= 19,28\% \leq 30 \%$$

Kelandaian 3 %

Iklim untuk curah hujan rata-rata tahunan adalah <900mm/th.

Dari tabel 2.13 : diperoleh FR = 0,5

- i. IPo (Indeks permukaan pada awal umur rencana)
Jenis lapis permukaan yang akan dipakai adalah AC MS 744. Dari tabel 2.15 didapat nilai Ipo ≥ 4 .

- j. IPt (Indeks permukaan pada akhir umur rencana)
Ruas jalan Karanglo-Pendem merupakan jalan kolektor dengan LER = 2192,67. Dari Tabel 2.16 didapat nilai IPT = 2,5.

k. ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

Sebelum mengetahui nilai ITP, perhitungan CBR yang terdapat gambar 4.11 diperoleh nilai CBR Rencana 6,5 % dan setelah diketahui maka dapat dilihat dengan nilai DDT yaitu = 4,5 dari gambar 5.8.

Berikut ini adalah rekapitulasi data – data yang diperlukan untuk memperoleh harga ITP yang diplotkan pada grafik 5.9

CBR = 6,5 %

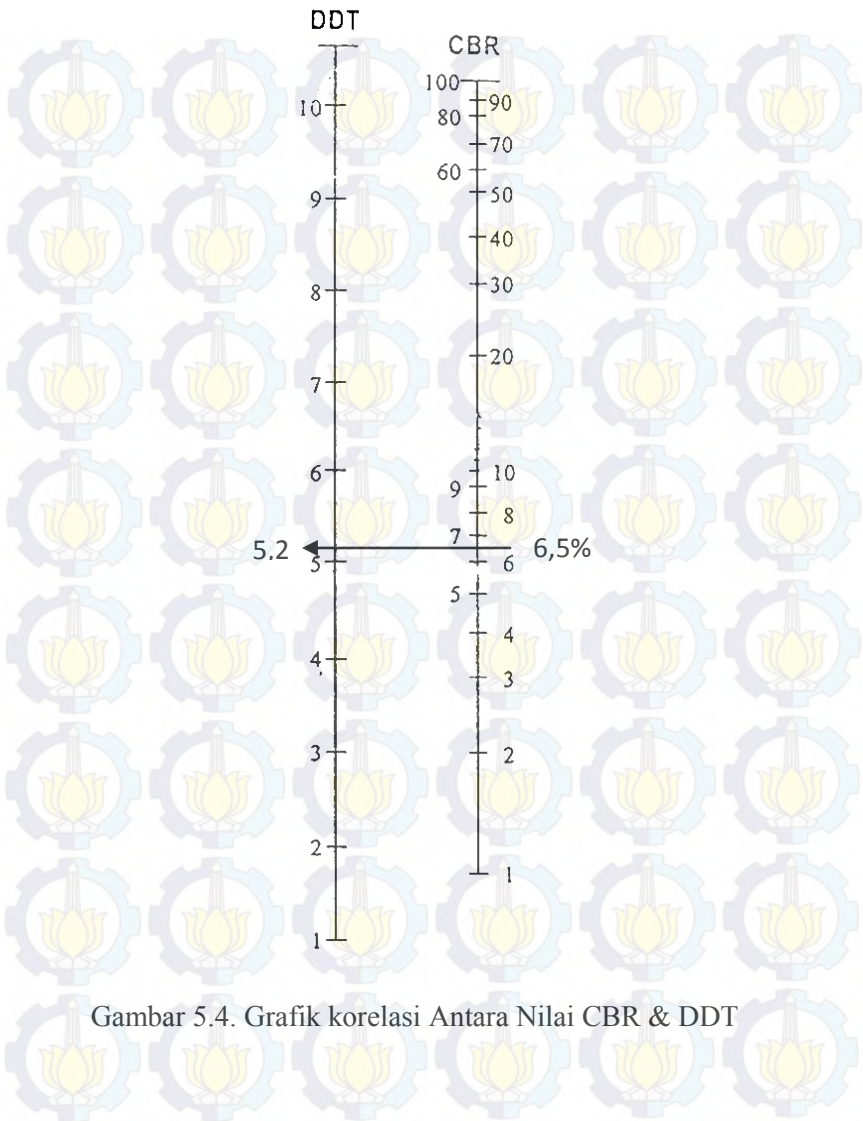
DDT = 5,2 %

IPo = ≥ 4

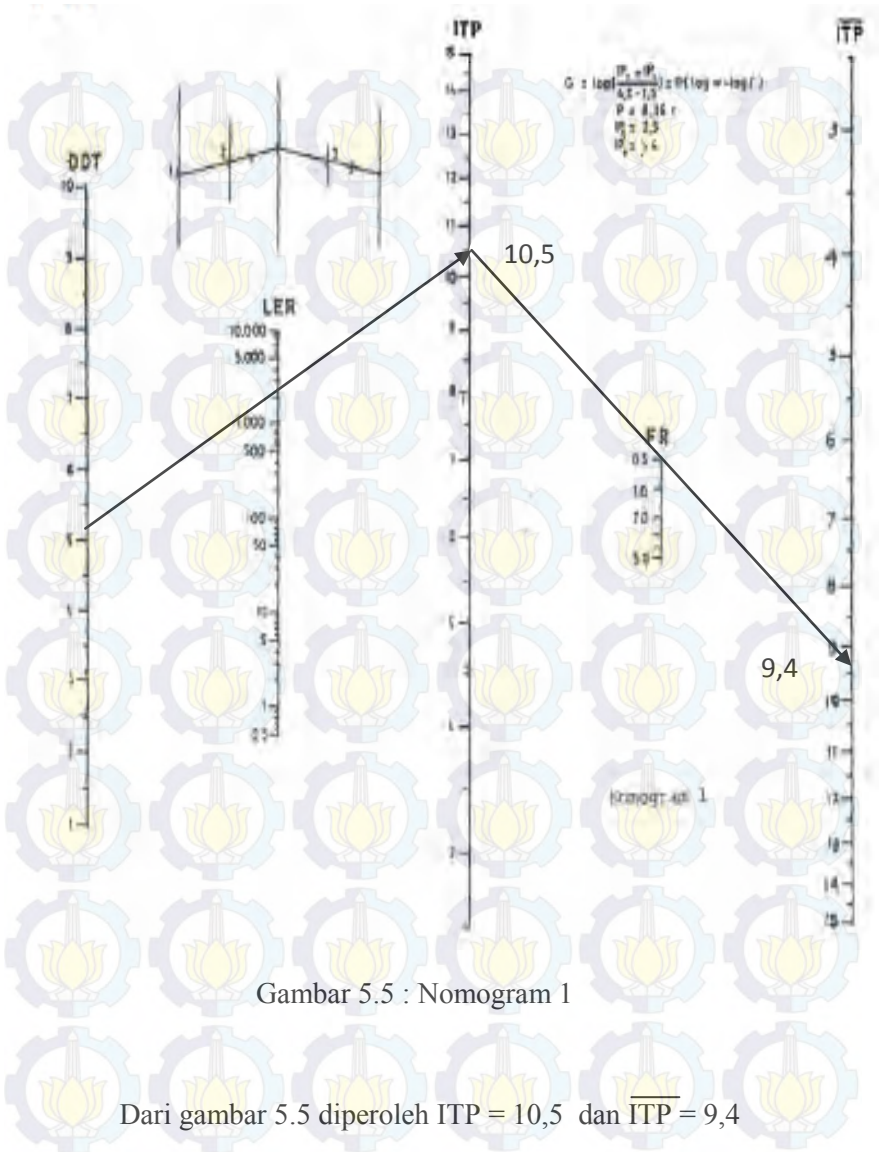
IPt = 2,5

FR = 0,5

LER = 2192,67



Gambar 5.4. Grafik korelasi Antara Nilai CBR & DDT



1. Penentuan Tebal Perkerasan

➤ Jenis lapis perkerasan

- a. Lapis permukaan AC (MS 744)
- b. Lapisan pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 90%)
- c. Lapisan pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 50%)

➤ Koefisien kekuatan relatif Diperoleh dari tabel 2.18

- a. Lapis Permukaan (a_1) = 0,40
- b. Lapis Pondasi Atas (a_2) = 0,14
- c. Lapis Pondasi Bawah (a_3) = 0,12

➤ Batas tebal minimum tiap lapis perkerasan Dari tabel 2.19 dan 2.20.

- a. Lapis (D1) = dicari
- b. Lapis pondasi atas (D2) = 15 cm
- c. Lapis pondasi bawah (D3) = 28 cm

Dari persamaan 2.17 diperoleh.

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$9,4 = (0,4 \times D_1) + (0,14 \times 15) + (0,12 \times 28)$$

$$9,4 = (0,4 \times D_1) + 2,1 + 3,36$$

$$D_1 = 9,25 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

Stabilisasi tanah menggunakan kapur dengan tebal 20 cm
(CBR = 10%, CBR_{gabungan} = 6,5%)

Jadi komposisi untuk tebal perkerasan adalah :

1. AC MS 744 = 10 cm
2. Batu Pecah Kelas A (CBR 90%) = 15 cm
3. Sirtu kelas B (CBR 50%) = 28 cm
4. Stabilisasi tanah dengan kapur = 20 cm



Gambar 5.6 : Rencana susunan lapis perkeran baru

5.5 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Seperti yang telah dikerjakan dalam Sub Bab pengolahan data bawah hasil perhitungan Faktor Keseragaman (FK) digunakan untuk perhitungan tebal lapis tambahan dan diuraikan sebagai berikut :

Perhitungan prosentase kendaraan yang lewat ruas jalan yang direncanakan adalah 2 lajur 2 arah tak terbagi seperti dalam tabel 2.10. Koefisien distribusi kendaraan (C).

$$\begin{aligned} \text{C kendaraan ringan} &= 0,5 \\ \text{C kendaraan berat} &= 0,5 \end{aligned}$$

Tabel 5.18 : Prosentase kendaraan

JENIS KENDARAAN	LHR	C	Jumlah kendaraan
Sedan, Jeep Dan Station Wagon	6046	0,5	3023
Oplet, Pick Up, Suburban, Kombi Dan Minibus	414	0,5	207
Micro Truck Dan Hantara	841	0,5	421
Bus Kecil	20	0,5	10
Bus Besar	108	0,5	54
Truck Tangki 2 Sumbu	743	0,5	372
Truck Tangki 3 Sumbu	44	0,5	22
Truck Tangki Gandeng	1	0,5	0,5
Truck Semi Trailer Dan Truck Trailer	42	0,5	22

A. Perhitungan Faktor Umur Rencana

Berdasarkan olah data Benkelman Beam didapat lendutan yang mewakili adalah $D = 0,817 \text{ mm}$.

Tabel 5.19 : Pertumbuhan Lalu Lintas

Jenis Kendaraan	I
Sedan, Jeep Dan Station Wagon	0,15
Oplet, Pick Up, Suburban, Kombi Dan Minibus	-0,27
Pick Up, Micro Truck Dan Hantara	-0,08
Bus Kecil	-0,13
Bus Besar	-0,81
Truck Tangki 2 Sumbu	0,02
Truck Tangki 3 Sumbu	0,20
Truck Tangki Gandeng	-0,07
Truck Semi Trailer Dan Truck Trailer	0,03

- a. Menghitung faktor hubungan antara umur rencana dengan pertumbuhan lalu lintas menggunakan persamaan 2.18.

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + R)^n + 2(1 + R) \frac{(1 + R^{n-1}) - 1}{R} \right]$$

- 1) Sedan, Jeep dan St. Wagon

$$\begin{aligned} N &= \frac{1}{2} + (1 + 0,15)^8 + 2(1 + 0,15) \frac{(1 + 0,15^{8-1}) - 1}{0,15} \\ &= 3,559 \end{aligned}$$

- 2) Pick Up, Oplet, Minibus

$$\begin{aligned} N &= \frac{1}{2} + (1 - 0,27)^8 + 2(1 - 0,27) \frac{(1 - 0,27^{8-1}) - 1}{-0,27} \\ &= 0,581 \end{aligned}$$

- 3) Mikro Truk, Hantara

$$\begin{aligned} N &= \frac{1}{2} + (1 - 0,08)^8 + 2(1 - 0,08) \frac{(1 - 0,08^{8-1}) - 1}{-0,08} \\ &= 1,013 \end{aligned}$$

- 4) Bus Kecil

$$\begin{aligned} N &= \frac{1}{2} + (1 - 0,13)^8 + 2(1 - 0,13) \frac{(1 - 0,13^{8-1}) - 1}{(-0,13)} \\ &= 0,828 \end{aligned}$$

- 5) Bus Besar

$$\begin{aligned} N &= \frac{1}{2} + (1 - 0,81)^8 + 2(1 - 0,81) \frac{(1 - 0,81^{8-1}) - 1}{(-0,81)} \\ &= 0,607 \end{aligned}$$

6) Truk Tangki 2as

$$N = \frac{1}{2} + (1 + 0,02)^8 + 2(1 + 0,02) \frac{(1 + 0,02)^{8-1} - 1}{0,02}$$

$$= 1,671$$

7) Truk Tangki 3as

$$N = \frac{1}{2} + (1 + 0,2)^8 + 2(1 + 0,2) \frac{(1 + 0,2)^{8-1} - 1}{0,2}$$

$$= 4,799$$

8) Truk Tangki Gandeng

$$N = \frac{1}{2} + (1 - 0,07)^8 + 2(1 - 0,07) \frac{(1 - 0,07)^{8-1} - 1}{-0,07}$$

$$= 1,059$$

9) Truk Trailer dan Semitraier

$$N = \frac{1}{2} + (1 + 0,03)^8 + 2p(1 + 0,03) \frac{(1 + 0,03)^{8-1} - 1}{0,03}$$

$$= 1,0998$$

b. Perhitungan Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL)

Sebelum perhitungan Akumulatif Ekuivalen Beban Standar (AE 18 KSAL) maka ditentukan terlebih dulu Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL).

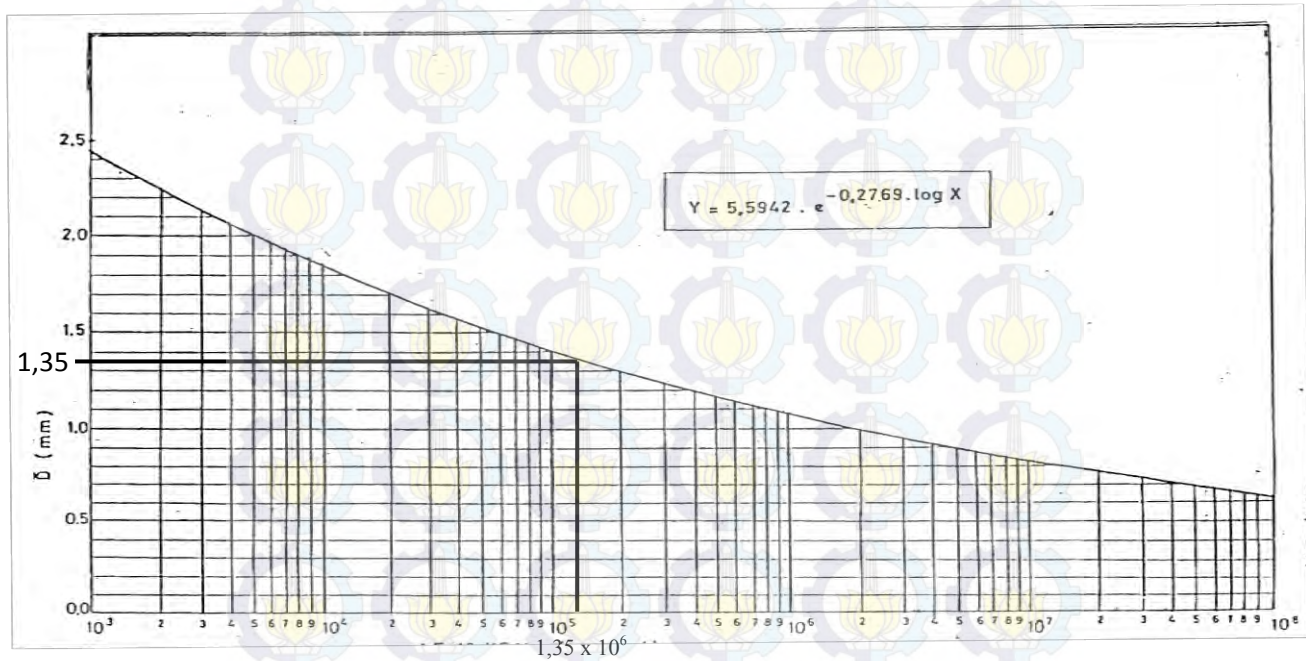
$$\text{UE 18 KSAL} = \text{LHR}_{\text{awal UR}} \times \% \text{ kend} \times E \times N$$

Tabel 5.20 : UE 18 KSAL

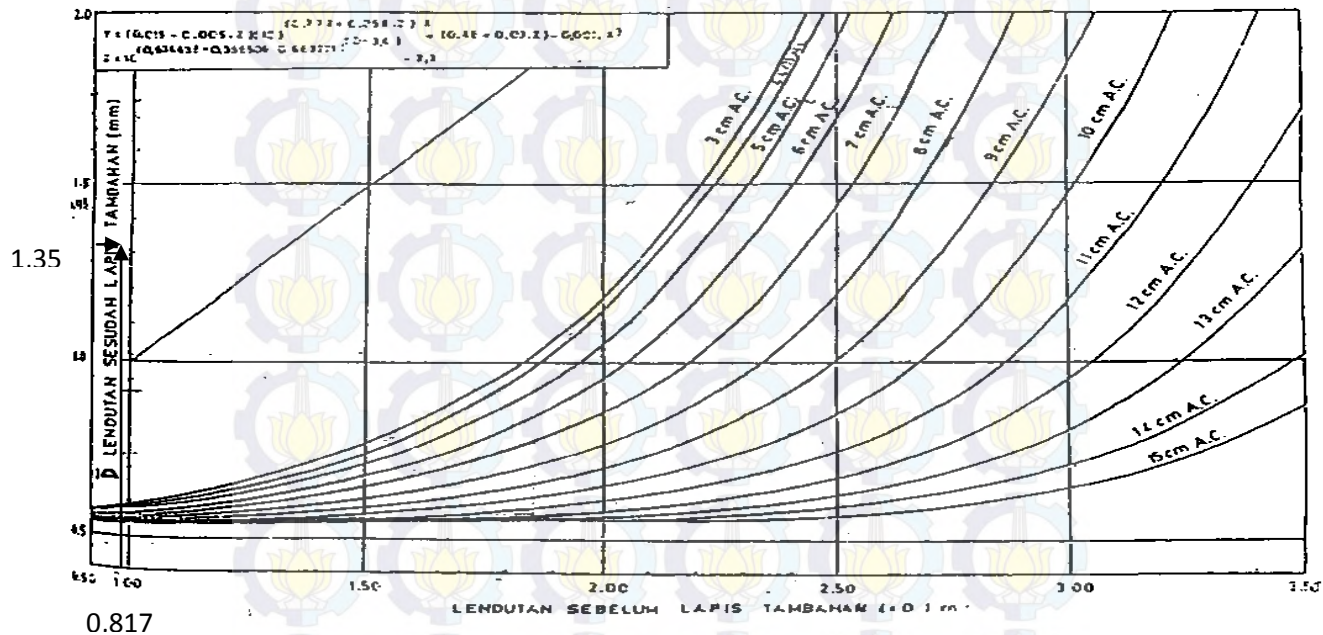
JENIS KENDARAAN	LHR	C	E	N	UE 18 KSAL
Sedan, Jeep Dan Station Wagon	6046	0,5	0,0004	3,559	4,304
Oplet, Pick Up, Dan Minibus	414	0,5	0,0004	0,581	0,048
Micro Truck Dan Hantara	841	0,5	0,2174	1,013	92,605
Bus Kecil	20	0,5	0,2216	0,828	1,835
Bus Besar	108	0,5	2,136	0,607	70,014
Truck Tangki 2 Sumbu	743	0,5	4,832	1,671	2999,592
Truck Tangki 3 Sumbu	44	0,5	2,74	4,799	289,284
Truck Tangki Gandeng	1	0,5	5,281	1,059	2,796
Truck Trailer	42	0,5	10,18	1,0988	234,901
				Total	3695,379

Sehingga didapatkan AE 18 KSAL sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{AE 18 KSAL} &= 365 \times \sum \text{UE 18 KSAL} \\
 &= 365 \times 3695,379 \\
 &= 1,35 \times 10^6
 \end{aligned}$$



Gambar 5.7 : Grafik Mencari D_{izin} dengan AE 18 KSAL



Gambar 5.8 : Grafik Tebal Lapisan Tambahan

Lendutan Balik Yang diijinkan (\bar{D})

Setelah jumlah akumulatif ekivalen beban standar (AE 18 KSAL) diketahui, kemudian dicari lendutan balik yang diijinkan (\bar{D}) dengan berdasarkan pada grafik lendutan yang diijinkan sebagaimana gambar 5.11. dari grafik lendutan balik yang diijinkan didapat nilai (\bar{D}) = 1,3 mm dengan mengeplotkan gambar 5.12 didapat bawah perkerasan jalan belum membutuhkan overlay, karena Nilai lendutan yang mewakili (D_{wakil}) tidak melebihi lendutan balik yang diizinkan (D_{izin}).

B. Perhitungan Tebal Lapisan Tambahan

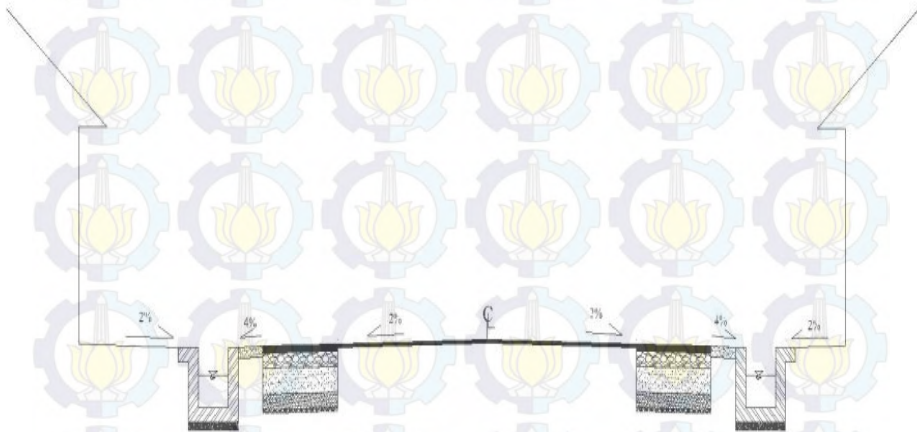
Perhitungan tebal lapisan tambahan ditentukan berdasarkan lendutan balik mewakili (D) = 0,817 mm dan lendutan balik yang diijinkan (\bar{D}) = 1,3 mm kemudian diplot ke grafik yang terdapat pada gambar 5.12 sehingga didapat bawah jalan ini belum memerlukan lapis tambahan (overlay).

5.6 Perencanaan Saluran Drainase

Dalam perencanaan system drainase, langkah awal harus diperhatikan adalah memperhatikan muka air banjir (MAB) pada saluran pembuang sehingga pada saluran drainase berada diatas muka air banjir.

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik pengamatan pada saluran pembuang. Sedangkan rincian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. STA 84+050 – STA 83+950 SALURAN I



Gambar 5.9 : Catchmen Area

Pada sub ini akan dibahas tentang perhitungan perencanaan saluran drainase pada proyek Karanglo – Pendem pada sta 84+050 – 83+950 dan hasilnya akan ditabelkan. Pada saluran I (saluran kanan dan kiri) ini arah aliran air sama.

• **Perhitungan waktu kosentrasi (Tc)**

L_1 = permukaan jalan aspal kemiringan 2%, lebar 4,5 m.

L_2 = bahu jalan kemiringan 4%, lebar 2 m.

L_3 = Bagian Luar Jalan 2%, lebar 2 m

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan (nd).

$$\text{nd perkerasan} = 0,013$$

$$\text{nd bahu jalan} = 0,10$$

$$\text{nd luar jalan} = 0,10$$

$$Tc = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167}$$

$$t_1 \text{ perkerasan} =$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 4,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0.167}$$

$$= 0,98 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ bahu jalan} = t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,1}{\sqrt{0,04}} \right)^{0.167}$$

$$= 1,14 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ luar jalan} =$$

$$t_3 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,1}{\sqrt{0,05}} \right)^{0.167}$$

$$= 2,32 \text{ menit}$$

$$t_1 = 0,98 \text{ menit} + 1,14 \text{ menit} + 2,32 \text{ menit}$$

$$= 4,44 \text{ menit}$$

$$t_2 = \frac{L}{\frac{60 V}{100}}$$

$$t_2 = \frac{60 \times 3}{60 \times 3}$$

$$t_2 = 0,556 \text{ menit}$$

$$Tc = t_1 + t_2$$

$$Tc = 4,444 \text{ menit} + 0,556 \text{ menit}$$

$$Tc = 4,999 \text{ menit}$$

a. Perhitungan Intensitas Hujan

Menggunakan kurva basis

Hasil perhitungan Tc diplotkan pada kurva basis pada gambar 4.15 hal 149 didapatkan curah hujan rencana $I = 190 \text{ mm/jam}$.

b. Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

C_1 = perkerasan jalan = 0,95 (jalan perkerasan lentur)

C_2 = bahu jalan = 0,20 (Tanah berbutir kasar)

C_3 = Bagian Luar jalan = 0,6 (Pemukiman padat)

$$A_1 \text{ (perkerasan jalan)} = 4,5 \text{ m} \times 100 = 450 \text{ m}^2$$

$$A_2 \text{ (bahu jalan)} = 2 \text{ m} \times 100 = 200 \text{ m}^2$$

$$A_3 \text{ (luar jalan)} = 100 \text{ m} \times 100 = 10000 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} \text{ (Perkerasan+bahu+luar jalan)} = 10650 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{gabungan}} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$C_{\text{gabungan}} = \frac{(0,95 \times 450) + (0,2 \times 200) + (0,6 \times 10000)}{450 + 200 + 10000}$$

$$C_{\text{gabungan}} = 0,607$$

c. Perhitungan Debit air (Q)

$$A_{\text{total}} = 0,0105 \text{ km}^2$$

$$C_{\text{gabungan}} = 0,613$$

$$I_{\text{Rencana}} = 190 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3.6} C \times I \times A$$

$$Q = \frac{1}{3.6} \times 0,607 \times 190 \times 0,01065$$

$$Q = 0,479 \text{ m}^3/\text{detik}$$

d. Analisa perhitungan dimensi saluran

- Luas penampang basah (Fd)

$$Fd = \frac{Q}{V}$$

$$Fd = \frac{0,479}{3} = 0,160 \text{ m}^2$$

- Tinggi saluran yang tergenang air (d)

Syarat :

$$b = 2d$$

$$Fd = b \times d$$

$$= 2d \times d$$

$$= 2d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2}} = \sqrt{\frac{0,160}{2}} = 0,283 \text{ m}$$

- Tinggi jagaan (W)

$$W = \sqrt{0,5d}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times 0,283} = 0,376 \text{ m}$$

- Tinggi saluran keseluruhan (d_{total})

$$H = d + W$$

$$H = 0,283 + 0,376 = 0,659 \text{ m}$$

Jadi tinggi saluran yang digunakan adalah 1 meter

- Lebar saluran (b)

$$b = 2d$$

$$b = 2 \times 0,283 = 0,565 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$$

Jadi lebar saluran yang digunakan adalah 1 m

- Jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{d}{2}$$

$$R = \frac{0,283}{2} = 0,141 \text{ meter}$$

- Menghitung kemiringan saluran diijinkan dengan menggunakan rumus :

$$v = 1/n \left(R \right)^{2/3} (i)^{1/2}$$

Saluran samping menggunakan bahan beton . dari Tabel 7 harga $n = 0,016$ dan kecepatan yang diijinkan (v) = 3 m/det

$$\begin{aligned} i_{\text{perhitungan}} &= \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \\ &= \left(\frac{3 \times 0,016}{0,143^{2/3}} \right)^2 = 0,031 \\ &= 3,1 \% \end{aligned}$$

- Kontrol kemiringan

Arah aliran air ke arah timur

Sta : 84+050 ; Elevasi saluran (Elv 1) = 241,43

Sta : 83+950 ; Elevasi saluran (Elv 2) = 240,80

$$i \text{ lapangan} = \frac{Elv1 - Elv2}{L}$$

$$Elv1 = 242,383$$

I(%)

$$Elv2 = 241,677$$

$$i \text{ lapangan} = \frac{242,383 - 241,677}{100} \times 100\% = 0,00706\%$$

$$i \text{ perhitungan} = 3,1 \%$$

$$i \text{ lapangan} = 0,00706 \%$$

$$i \text{ design} = 0,0065 \%$$

Karena $i \text{ lapangan} \leq i \text{ perhitungan}$, maka tidak diperlukan pematah arus. Pematah arus ini berfungsi untuk mengurangi kecepatan aliran yang mempunyai panjang dan kemiringan saluran yang besar.

- Kecepatan aliran (V)

$$V \text{ ijin}_{\text{maks}} = 3 \text{ m/detik}$$

$$n = 0,016$$

$$R = 0,141 \text{ m}$$

$$I_{\text{lapangan}} = 0,0065 \%$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,016} \times 0,141^{2/3} \times 0,0065^{1/2} = 1,364 \text{ m/det}$$

Kontrol :

$$V_{\text{endap}} \leq V \leq V_{\text{ijin}_{\text{maks}}}$$

$$V_{\text{endap}} = 0,60 \text{ m/det}$$

$V_{\text{ijin}_{\text{maks}}} = 3 \text{ m/det}$ (kecepatan aliran yang diijinkan untuk saluran samping dengan bahan beton)

$$V_{\text{ijin}_{\text{min}}} \leq V \leq V_{\text{ijin}_{\text{maks}}}$$

$$0,60 \text{ m/det} \leq 1,364 \text{ m/det} \leq 3 \text{ m/det} \dots (\text{NOT OK})$$

Karena kecepatan aliran lebih rendah dari kecepatan endap yang ditentukan ($V = 0,6 \text{ m/s}$), maka pada saluran ini lebih sering dibersihkan agar saluran tetap terjaga kebersihan dan tidak mengakibatkan pengendapan oleh kotoran yang dibawa oleh aliran.

Untuk perhitungan saluran berikutnya akan ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.21: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Saluran Samping KM 84+050 – KM 81+050

NO	STA	LETAK SALURAN	TIPE SALURAN	L (Meter)	INLET TIME (T1)	FLOW TIME (T2)	WAKTU KONSTRASI (Tc)	A (km ²)	C _{gabungan}	Q _{saluran}	V _{ijin}	Fd	b	b (pakai)	d	H (pakai)	H	I perhitungan	I _{Lap}	I design	Kontrol Kelandaian	V _{aliran}
1	84+050 - 83+950	Kn - Kr	beton	100	4,444	0,556	4,999	0,01065	0,60728	0,4795	3	0,164	0,565		0,283		0,659	0,0313	0,0071	0,0065	OK	1,356
2	83+950 - 83+793	Kn - Kr	beton	157	4,444	0,872	5,316	0,01672	0,60728	0,7226	3	0,241	0,694		0,347		0,764	0,0238	0,0191	0,0239	OK	2,600
3	83+793 - 83+695	Kn	beton	98	4,475	0,544	5,019	0,01088	0,62117	0,4997	3	0,167	0,577		0,289		0,668	0,0304	0,0105	0,0047	OK	1,150
		Kr	beton		3,460	0,544	4,005	0,01	0,59216	0,5088	3	0,170	0,582		0,291		0,673	0,0301	0,0105	0,0025	OK	0,841
4	83+695 - 83+675	Kn-Kr	beton	20	4,444	0,111	4,555	0,00213	0,60728	0,102	3	0,034	0,261		0,130		0,386	0,0878	0,0029	0,0025	OK	0,841
5	83+675 - 83+652	Kr	beton	23	4,585	0,128	4,713	0,00245	0,62117	0,1147	3	0,038	0,277		0,138		0,401	0,0812	0,0116	0,0025	OK	0,845
		Kn	beton		3,460	0,128	3,588	0,00235	0,59216	0,1285	3	0,043	0,293		0,146		0,417	0,0753	0,0116	0,0025	OK	0,845
6	83+652 - 83+437	Kr	beton	215	4,494	1,194	5,688	0,0229	0,60728	0,9459	3	0,315	0,794		0,397		0,843	0,0199	0,0153	0,0208	OK	2,425
		Kn	beton		3,460	1,194	4,655	0,02193	0,59216	1,0098	3	0,337	0,820		0,410		0,863	0,0190	0,0153	0,0208	OK	2,425
7	83+437 - 83+415	Kr	beton	22	4,585	0,122	4,707	0,00234	0,60728	0,1098	3	0,037	0,271		0,135		0,395	0,0836	0,0369	0,0179	OK	2,251
		Kn	beton		3,460	0,122	3,582	0,00224	0,59216	0,123	3	0,041	0,286		0,143		0,411	0,0775	0,0369	0,0179	OK	2,251
8	83+415 - 83+289	Kn - Kr	beton	140	4,444	0,000	4,444	0,01491	0,60728	0,7262	3	0,242	0,696	1 meter	0,348	1 meter	0,765	0,0237	0,0464	0,0353	NOT OK	3,158
9	83+289 - 83+125	Kn - Kr	beton	150	4,444	0,833	5,277	0,01598	0,60728	0,6938	3	0,231	0,680		0,340		0,752	0,0245	0,0005	0,0055	OK	1,248
10	83+125 - 83+075	Kn - Kr	beton	50	4,444	0,278	4,721	0,00533	0,60728	0,2491	3	0,083	0,407		0,204		0,523	0,0484	0,0016	0,0032	OK	0,955
11	83+075 - 82+875	Kn - Kr	beton	200	4,444	1,111	5,555	0,0213	0,60728	0,894	3	0,298	0,772		0,386		0,825	0,0207	0,0198	0,0194	OK	2,342
12	82+875 - 82+550	Kn - Kr	beton	325	4,444	1,806	6,249	0,03461	0,60728	1,343	3	0,448	0,946		0,473		0,959	0,0157	0,0122	0,0139	OK	1,986
13	82+550 - 82+200	Kn - Kr	beton	350	4,444	1,944	6,388	0,01978	0,61372	0,7471	3	0,249	0,706		0,353		0,773	0,023	0,026	0,024	OK	2,606
14	82+200 - 82+000	Kn - Kr	beton	200	4,444	1,111	5,555	0,0113	0,61372	0,4686	3	0,156	0,559		0,279		0,653	0,032	0,008	0,012	OK	1,843
15	82+000 - 81+843	Kn - Kr	beton	157	4,444	0,872	5,316	0,00887	0,61372	0,3788	3	0,126	0,503		0,251		0,606	0,037	0,0030	0,0008	OK	0,480
16	81+843 - 81+781	Kn - Kr	beton	61	4,444	0,339	4,782	0,00345	0,61372	0,1579	3	0,053	0,324		0,162		0,447	0,066	0,012	0,0004	OK	0,327
17	81+781 - 81+500	Kn - Kr	beton	282	4,444	1,567	6,010	0,01593	0,61372	0,6269	3	0,209	0,646		0,323		0,725	0,026	0,010	0,013	OK	1,881
18	81+500 - 81+250	Kn - Kr	beton	250	4,444	1,389	5,832	0,01413	0,61372	0,567	3	0,189	0,615		0,307		0,699	0,028	0,015	0,014	OK	1,993
19	81+250 - 81+050	Kn - Kr	beton	200	4,444	1,111	5,555	0,0113	0,61372	0,4686	3	0,156	0,559		0,279		0,653	0,032	0,009	0,009	OK	1,582

5.7 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

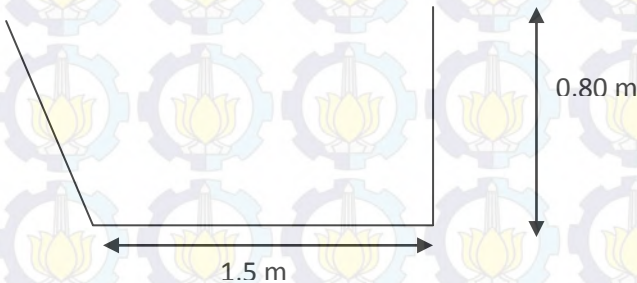
Rencana anggaran biaya diperlukan untuk mengetahui besar biaya dalam perencanaan peningkatan jalan ruas Karanglo-Pendem STA 81+050 - 84+050. Untuk merencanakan rencana anggaran biaya terlebih dahulu menghitung volume pekerjaan, antara lain :

- a. Pekerjaan persiapan meliputi :
 - Pekerjaan pembersihan dan pembongkaran lahan
 - Pekerjaan pemasangan bowplank
- b. Pekerjaan tanah meliputi :
 - Pekerjaan galian tanah untuk pondasi pelebaran
- c. Pekerjaan lapis pondasi, lapis permukaan :
 - Pekerjaan stabilisasi tanah dengan penambahan Capping layer
 - Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan agregat sirtu kelas B
 - Pekerjaan lapis pondasi atas dengan batu pecah kelas A
 - Pekerjaan Prime Coat (lapis Pengikat)
 - Pekerjaan lapis permukaan dengan AC Laston MS 744
- d. Pekerjaan drainase antara lain :
 - Pekerjaan galian tanah untuk drainase
 - Pekerjaan urugan tanah untuk drainase
 - Pekerjaan pembuatan saluran samping dengan menggunakan beton.
- e. Pekerjaan Finishing
 - Pemasangan Marka Jalan
 - Pemasangan Patok Kilometer
 - Pemasangan Patok Hektometer
 - Pemasangan Lampu Penerangan Jalan

5.7.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

5.7.1.1 Pekerjaan Tanah

a. Pekerjaan galian tanah untuk pondasi pelebaran



Tabel 5.22 : Galian untuk Pondasi Pelebaran

No	STA	Luas Galian (m2)		Panjang (m)	Volume Galian (m3)	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
1	84,050	1,4903	1,3639	100	135,055	137,69
2	83,950	1,2108	1,3899		140,035	139,545
3	83,850	1,5899	1,401		146,63	139,02
4	83,750	1,3427	1,3794		160,6	143,89
5	83,650	1,8693	1,4984		148,945	159,615
6	83,550	1,1096	1,6939		135,945	142,085
7	83,450	1,6093	1,1478		143,285	138,44
8	83,350	1,2564	1,621		123,515	158,775
9	83,250	1,2139	1,5545		128,2	168,485
10	83,150	1,3501	1,8152		130,64	164,245
11	83,050	1,2627	1,4697		141,455	149,26
12	82,950	1,5664	1,5155		180,225	151,405
13	82,850	2,0381	1,5126		186,32	141,18
14	82,750	1,6883	1,311		165,055	137,91
15	82,650	1,6128	1,4472		170	157,425
16	82,550	1,7872	1,7013		175,845	153,315

17	82,450	1,7297	1,365		166,565	147,905
18	82,350	1,6016	1,5931		132,04	146,465
19	82,250	1,0392	1,3362		132,84	138,795
20	82,150	1,6176	1,4397		162,105	147,59
21	82,050	1,6245	1,5121		151,725	153,605
22	81,950	1,41	1,56		110,05	140,15
23	81,850	0,791	1,243		144,9	125,35
24	81,750	2,107	1,264		182,55	139,25
25	81,650	1,544	1,521		154,9	154,9
26	81,550	1,554	1,577		154,2	157,9
27	81,450	1,53	1,581		153,3	134,65
28	81,350	1,536	1,112		122,35	95,4
29	81,250	0,911	0,796		75,2	68,95
30	81,150	0,593	0,583		72,9	84,55
31	81,050	0,865	1,108		43,25	55,4
TOTAL VOLUME					3157,025	3116,645

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

b. Pekerjaan Timbunan tanah untuk pondasi pelebaran

Tabel 5.23 : Timbunan untuk Pondasi Pelebaran

No	STA	Luas Timbunan (m ²)		Panjang (m)	Volume Timbunan (m ³)	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
1	84,050	0,44	0,3754	100	30,03	26,875
2	83,950	0,1606	0,1621		15,805	16,19
3	83,850	0,1555	0,1617		13,23	13,495
4	83,750	0,1091	0,1082		13,4	13,535
5	83,650	0,1589	0,1625		13,19	16,23
6	83,550	0,1049	0,1621		10,57	13,47
7	83,450	0,1065	0,1073		10,77	10,655
8	83,350	0,1089	0,1058		10,78	10,615

9	83,250	0,1067	0,1065		10,63	10,545
10	83,150	0,1059	0,1044		10,92	10,65
11	83,050	0,1125	0,1086		10,925	10,73
12	82,950	0,106	0,106		13,895	10,61
13	82,850	0,1719	0,1062		13,91	10,685
14	82,750	0,1063	0,1075		10,635	10,74
15	82,650	0,1064	0,1073		10,265	10,65
16	82,550	0,0989	0,1057		10,065	10,71
17	82,450	0,1024	0,1085		10,425	10,65
18	82,350	0,1061	0,1045		10,935	10,825
19	82,250	0,1126	0,112		10,85	11,03
20	82,150	0,1044	0,1086		10,46	10,705
21	82,050	0,1048	0,1055		13,29	13,375
22	81,950	0,161	0,162		10,3	14,55
23	81,850	0,045	0,129		10,3	13,2
24	81,750	0,161	0,135		16,1	14,8
25	81,650	0,161	0,161		16,1	16,75
26	81,550	0,161	0,174		16,1	16,75
27	81,450	0,161	0,161		16	13,1
28	81,350	0,159	0,101		11,15	7,35
29	81,250	0,064	0,046		4,25	3,3
30	81,150	0,021	0,02		3,85	6,05
31	81,050	0,056	0,101		2,8	5,05
TOTAL VOLUME					264,98	262,97

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

c. Pekerjaan Cold Milling dan Timbunan Material Pilihan pada Perkerasan Lama

Tabel 5.24 : Pekerjaan Galian Perkerasan Lama Dan Timbunan Material Pilihan

STA	Luas Galian perkerasan lama (m2)	Luas Penambahan Material (m2)	Panjang (m)	Volume Galian Perkerasan lama (M3)	Volume Penambahan Material (M3)
84+050	0,1653	0	100	8,265	0
83+950	0	0		0	0
83+850	0	0	100	0	0
83+750	0	0		0,4	18,1
83+650	0,008	0,362	100	9,625	27,4
83+550	0,1845	0,186		15,495	14,7
83+450	0,1254	0,108	100	17,865	5,4
83+350	0,2319	0		50,095	0
83+250	0,77	0	100	39,15	23,6
83+150	0,013	0,472		5,225	23,6
83+050	0,0915	0	100	12,825	0
82+950	0,165	0		21,45	0
82+850	0,264	0	100	22,725	1,3
82+750	0,1905	0,026		108,825	1,3
82+650	1,986	0	100	112,9	0
82+550	0,272	0		14,8	0
82+450	0,024	0	100	11,4	0
82+350	0,204	0		18,225	0
82+250	0,1605	0	100	8,025	60,35
82+150	0	1,207		8,925	60,35
82+050	0,1785	0		15,025	0
81+950	0,122	0		39,4	1,35

81+850	0,666	0,027		53,6	4,8
81+750	0,406	0,069		29,45	3,45
81+650	0,183	0		19,6	0
81+550	0,209	0		20,9	0
81+450	0,209	0		15,2	8,2
81+350	0,095	0,164		4,75	59,5
81+250	0	1,026		0	103,05
81+150	0	1,035		0	76,3
81+050	0	0,491		0	24,55
TOTAL VOLUME				501,245	236,1

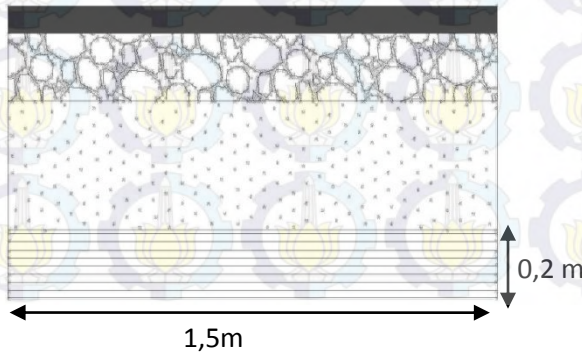
Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

d. Pekerjaan Timbunan Sirtu kelas C untuk Bahu Jalan

Lebar = 2 m
 Panjang = 3000 m
 Tebal = 0,15 m
 Volume = $2 \times (3000 \times 2 \times 0,15)$
 = 1800 m^3

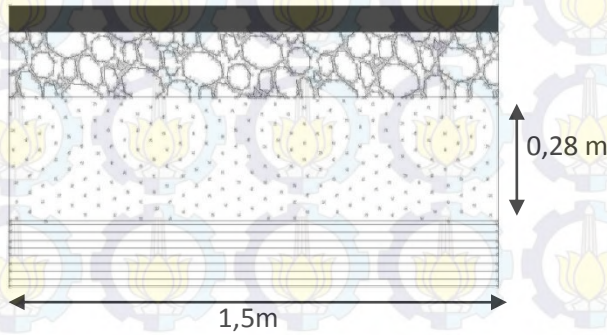
5.7.1.2 Pekerjaan Lapis Pondasi dan Lapis Permuakaan

a. Pekerjaan Stabilisasi tanah dengan kapur dengan tebal 20cm



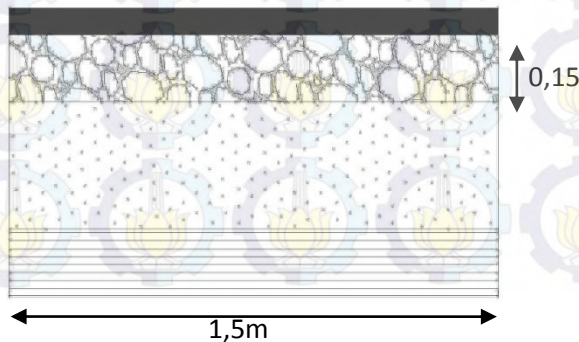
Lebar	= 1,5 m
Panjang	= 3000 m
Tebal	= 0,2 m
Volume	= $2 \times (3000 \times 1,5 \times 0,2)$
	= 1800 m^3

- b. Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan agregat sirtu kelas B dengan tebal 28 cm



Lebar	= 1,5 m
Panjang	= 3000 m
Tebal	= 0,28 m
Volume	= $2 \times (3000 \times 1,5 \times 0,28)$
	= 2520 m^3

- c. Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat batu pecah dengan tebal 15cm



$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,15 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (3000 \times 1,5 \times 0,15) \\
 &= 1350 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

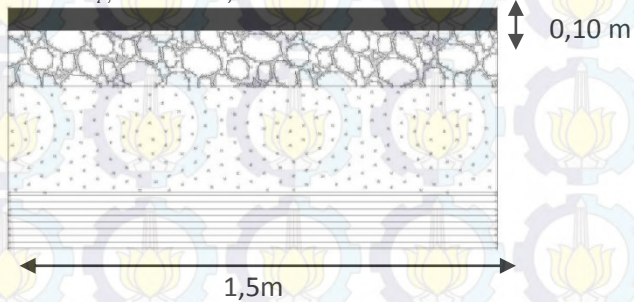
D. Pekerjaan lapis resap pengikat (prime coat)

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= 2 \times (3000 \times 1,5) \\
 &= 9000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk prime Coat (0,4-3 ltr/m²). Terdiri dari campuran 80 ltr kerosin : 100 ltr Aspal emulsi. Asumsi perhitungan menggunakan 0,4 ltr/m².

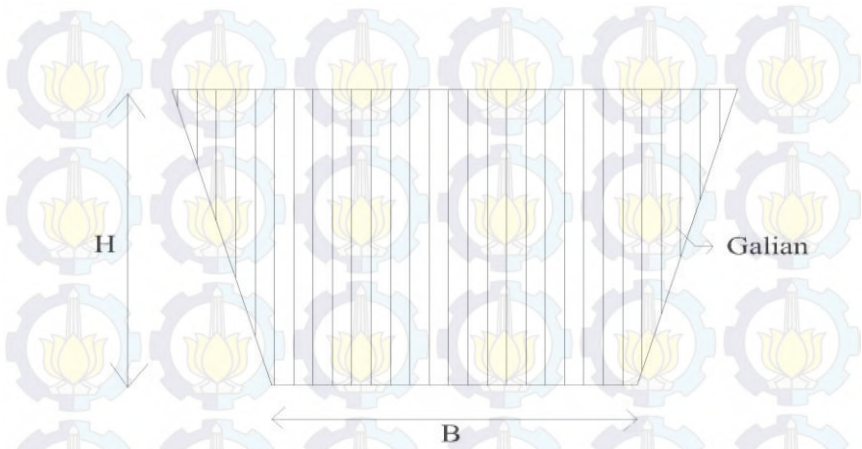
$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 9000 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ ltr/m}^2 \\
 &= 3600 \text{ ltr}
 \end{aligned}$$

E. Pekerjaan lapis permukaan dengan AC Laston MS 744 dengan tebal 0,10 m

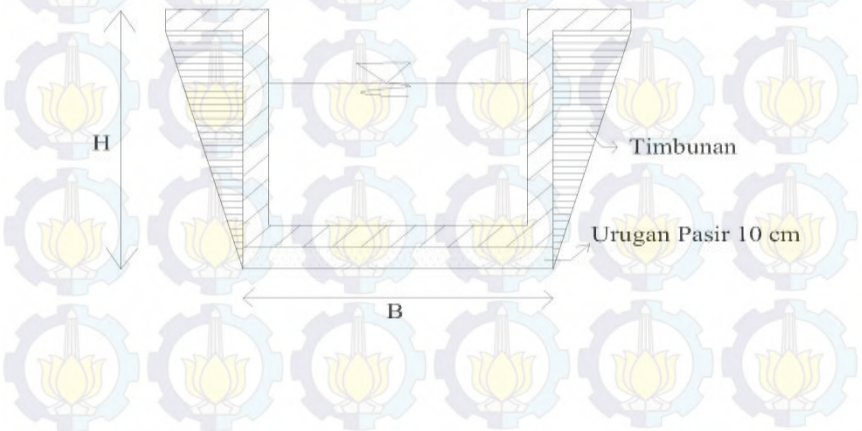


$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,10 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (3000 \times 1,5 \times 0,10) \\
 &= 900 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5.7.1.4 Pekerjaan Saluran Tepi



Gambar 5.10 : Galian Saluran Tepi




Gambar 5.11 : Timbunan untuk Saluran tepi

a. Pekerjaan galian tanah untuk Saluran Tepi

Tabel 5.25 : Galian Tanah untuk Saluran Tepi

No	STA	Luas Galian (m ²)		Panjang (m)	Volume Galian (m ³)	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
1	84,050	1,5298	0,4005	100	154,16	69,675
2	83,950	1,5534	0,993		194,265	126,005
3	83,850	2,3319	1,5271		170,625	133,42
4	83,750	1,0806	1,1413		157,92	140,625
5	83,650	2,0778	1,6712		148,48	215,32
6	83,550	0,8918	2,6352		116,42	230,705
7	83,450	1,4366	1,9789		91,74	170,775
8	83,350	0,3982	1,4366		40,465	156,76
9	83,250	0,4111	1,6986		140,185	213,215
10	83,150	2,3926	2,5657		128,665	178,545
11	83,050	0,1807	1,0052		108,485	145,205
12	82,950	1,989	1,8989		262,515	199,315
13	82,850	3,2613	2,0874		347,265	188,085
14	82,750	3,684	1,6743		351,875	188,17
15	82,650	3,3535	2,0891		478,43	243,89
16	82,550	6,2151	2,7887		538,415	200,26
17	82,450	4,5532	1,2165		366,86	231,855
18	82,350	2,784	3,4206		246,095	223,485
19	82,250	2,1379	1,0491		269,675	112,325
20	82,150	3,2556	1,1974		340,135	145,32
21	82,050	3,5471	1,709		320,605	200,95
22	81,950	2,8650	2,3100		156,55	157,85
23	81,850	0,2660	0,8470		184,75	97
24	81,750	3,4290	1,0930		316,75	155,15
25	81,650	2,9060	2,0100		260,45	187,15
26	81,550	2,3030	1,7330		224,55	210,55

27	81,450	2,1880	2,4780		224,35	182,9
28	81,350	2,2990	1,1800		255,45	85,85
29	81,250	2,8100	0,5370		258,95	34,1
30	81,150	2,3690	0,1450		165,3	67,9
31	81,050	0,9370	1,2130		46,85	60,65
TOTAL VOLUME					4973,28	3713,905

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

b. Pekerjaan Timbunan tanah untuk Saluran Tepi

Tabel 5.26 : Timbunan Tanah untuk Saluran Tepi

No	STA	Luas Timbunan (m ²)		Panjang (m)	Volume Timbunan (m ³)	
		Kiri	Kanan		Kiri	Kanan
1	84,050	0,444	0,3754	100	41,655	40,485
2	83,950	0,3891	0,4343		38,53	43,14
3	83,850	0,3815	0,4285		37,195	40,13
4	83,750	0,3624	0,3741		28,875	43,035
5	83,650	0,2151	0,4866		33,725	54,79
6	83,550	0,4594	0,6092		51,16	50,805
7	83,450	0,5638	0,4069		142,195	35,96
8	83,350	2,2801	0,3123		184,1	30,59
9	83,250	1,4019	0,2995		125,395	38,89
10	83,150	1,106	0,4783		100,32	39,605
11	83,050	0,9004	0,3138		69,91	39,715
12	82,950	0,4978	0,4805		51,215	50,945
13	82,850	0,5265	0,5384		83,12	44,87
14	82,750	1,1359	0,359		137,515	98,67
15	82,650	1,6144	1,6144		124,995	107,835
16	82,550	0,8855	0,5423		84,455	46,675
17	82,450	0,8036	0,3912		92,435	88,16
18	82,350	1,0451	1,372		100,305	75,415

19	82,250	0,961	0,1363		115,585	24,5
20	82,150	1,3507	0,3537		136,535	44,745
21	82,050	1,38	0,5412		115,6	76,81
22	81,950	0,9320	0,9950		131,8	80,05
23	81,850	1,7040	0,6060		135,75	72,9
24	81,750	1,0110	0,8520		102,45	94,35
25	81,650	1,0380	1,0350		105,6	107,25
26	81,550	1,0740	1,1100		105,35	107,15
27	81,450	1,0330	1,0330		99,5	97,2
28	81,350	0,9570	0,9110		109,2	129,7
29	81,250	1,2270	1,6830		157,9	226,3
30	81,150	1,9310	2,8430		169,55	186,05
31	81,050	1,4600	0,8780		73	43,9
TOTAL VOLUME					1894,82	1115,77

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

- c. Pemerintahan pengecoran saluran Tepi dengan menggunakan beton

Tabel 5.27 : Pengecoran untuk Saluran Tepi

STA		letak	Panjang(m)	Dimensi dalam		Luas saluran (m ²)	Volume saluran (m ³)
		Saluran		b(m)	h(m)		
81+050	81+250	Ki-ka	200	0,6	0,7	0,2814	112,56
81+250	81+500	Ki-ka	250	0,6	0,7	0,29916	149,58
81+500	81+781	Ki-ka	282	0,6	0,7	0,30912	174,34368
81+781	81+843	Ki-ka	61	0,5	0,4	0,22488	27,43536
81+843	82+000	Ki-ka	157	0,5	0,6	0,2634	82,7076
82+000	82+200	Ki-ka	200	0,6	0,7	0,2814	112,56
82+200	82+550	Ki-ka	350	0,7	0,8	0,32784	229,488
82+550	82+875	Ki-ka	325	1,0	1,0	0,4044	262,86

82+875	83+075	Ki-ka	200	0,8	0,8	0,35124	140,496
83+075	83+125	Ki-ka	50	0,5	0,5	0,24432	24,432
83+125	83+289	Ki-ka	150	0,7	0,8	0,32244	96,732
83+289	83+415	Ki-ka	140	0,7	0,7	0,31608	88,5024
83+415	83+437	Kiri	22	0,5	0,4	0,21744	4,78368
		Kanan		0,5	0,4	0,21336	4,69392
83+437	83+652	Kiri	215	0,8	0,9	0,36708	78,9222
		Kanan		0,8	0,9	0,35808	76,9872
83+652	83+675	Kiri	23	0,5	0,4	0,21912	5,03976
		Kanan		0,5	0,4	0,2148	4,9404
83+675	83+695	Ki-ka	20	0,5	0,4	0,2112	8,448
83+695	83+793	Kanan	98	0,6	0,7	0,2922	28,6356
		Kiri		0,6	0,7	0,2898	28,4004
83+793	83+950	Ki-ka	157	0,7	0,8	0,327	102,678
83+950	84+050	Ki-ka	100	0,6	0,7	0,28596	57,192

Total 1902,4182

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

d. Pekerjaan Timbunan Pasir untuk Saluran Tepi

Tabel 5.28 : Timbunan Pasir untuk Saluran Tepi

No	STA	Luas Timbunan (m ²)	Panjang (m)	Volume Timbunan (m ³)
1	84,050	0,2812	100	28,12
2	83,950	0,2812		28,12
3	83,850	0,2812		25,84
4	83,750	0,2356		17,78
5	83,650	0,12		22
6	83,550	0,32		32
7	83,450	0,32		30
8	83,350	0,28		28
9	83,250	0,28		27
10	83,150	0,26		29
11	83,050	0,32		32
12	82,950	0,32		36
13	82,850	0,4		40
14	82,750	0,4		40
15	82,650	0,4		40
16	82,550	0,4		34,2
17	82,450	0,284		21,2
18	82,350	0,14		21
19	82,250	0,28		28
20	82,150	0,28		21,99
21	82,050	0,1598		15,42
22	81,950	0,1486		7,53

23	81,850	0,0020		10,05
24	81,750	0,1990		19,9
25	81,650	0,1990		19,5
26	81,550	0,1910		9,65
27	81,450	0,0020		8,65
28	81,350	0,1710		16,54
29	81,250	0,1598		15,98
30	81,150	0,1598		15,98
31	81,050	0,1598		7,99
TOTAL VOLUME		729,44		

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

5.7.2 Daftar Volume Pekerjaan

Tabel 5.29 : Volume Pekerjaan

NO	JENIS PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
I	Persiapan		
1	Pembersihan dan pembongkaran	m2	45000
2	Pemasangan Blowpank	unit	240
II	Pekerjaan Tanah		
1	Galian untuk pelebaran jalan	m3	6274
2	Timbunan untuk Pelebaran	m3	528
3	Galian untuk Saluran	m3	8687
4	Timbunan untuk Saluran	m3	3011
5	Galian perkerasan lama	m3	501
6	Timbunan Material untuk perkerasan lama	m3	236
7	Timbunan pasir untuk Drainase	m3	729
8	Timbunan sirtu kelas C untuk bahu jalan	m3	1800
III	Pekerjaan Lapis Perkerasan		
1	Stabilisasi tanah dengan menggunakan Kapur tebal 20cm	m3	1800
2	Lapis Pondasi bawah dengan sirtu kls B tebal 28 cm	m3	2520
3	Lapis Pondasi atas dengan batu pecah A tebal 15 cm	m3	1350
4	Lapis Permukaan dengan Laston MS 744 tebal 10 cm	m3	900
IV	Pekerjaan Drainase		
1	Pemasangan Bekisting Saluran Tepi	m3	1902
2	Pengecoran Beton saluran Tepi	m3	1902
V	Finishing		
1	Marka Jalan	m2	124
2	Pemasangan Lampu PJU	buah	60

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

5.7.3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

5.7.3.1 Pekerjaan Persiapan

A. Pekerjaan Pembersihan dan Pembongkaran Lahan

Tabel 5.30 : Pekerjaan Pembersihan dan Pembongkaran Lahan

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0035	jam	7.856	27,496
Pekerja	0,007	jam	6.050	42,35
PERALATAN				
bulldozer	0,0035	jam	404535	1.415,87
wheel loader	0,0027	jam	374355	1.010,76
dump truck	0,0177	jam	196832	3.483,93
alat bantu	1	Ls	1000	1.000,00
Jumlah				6.980,40

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

B. Pekerjaan Pemasangan Blowpank

Tabel 5.31 : Pemasangan Blowpank

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
Tenaga				
mandor	0,0045	jam	7.856	35,35
tukang kayu	0,1	jam	7.071	707,10
pekerja/buruh tak terampil	0,1	jam	6050	605,00
Bahan				
Kayu Perancah	0,012	m3	1900000	22.800,00
paku	0,007	kg	12500	87,50
Peralatan				
alat bantu	1	Ls	1000	1.000,00
Jumlah				25.234,95

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

5.7.3.2 Pekerjaan Tanah

A. Pekerjaan Galian Untuk Pelebaran

Tabel 5.32 : Pekerjaan Galian Untuk Pelebaran

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0923	jam	7.856	725,1088
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,0461	jam	6.050	278,905
PERALATAN				
Excavator	0,0461	jam	310,351	14307,1811
Dump truck	0,0329	jam	262.000	8615,586978
Alat bantu	1	Ls	1.000	1000
Jumlah				24.926,78

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

B. Pekerjaan Timbunan Untuk Pelebaran

Tabel 5.33 : Pekerjaan Timbunan Untuk Pelebaran

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0134	jam	7.856	105,2704
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,0535	jam	6.050	323,675
BAHAN				
Material Urugan	1,2	m3	164600	197.520,00
PERALATAN				
Alat bantu	1	Ls	110000	110.000,00
Jumlah				307.949

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

C. Pekerjaan Galian Untuk Saluran Tepi

Tabel 5.34 : Pekerjaan Galian untuk Saluran Tepi

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0923	jam	7.856	725,1088
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,0461	jam	6.050	278,905
PERALATAN				
Excavator	0,0461	jam	310.351	14307,1811
Dump truck	0,0329	jam	262.000	8615,587
Alat bantu	1	Ls	1.000	1000
Jumlah				24.926,78

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

D. Pekerjaan Galian Untuk Saluran Tepi

Tabel 5.35 : Pekerjaan Timbunan untuk Saluran Tepi

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0134	jam	7.856	105,2704
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,0535	jam	6.050	323,675
BAHAN				
Material Urugan biasa	1,2	m3	45000	54.000,00
PERALATAN				
Wheel Loader	0,0134	jam	374355	5.006,75
Dump Truck	0,0233	jam	196832	4.589,23

Motor Grader	0,0051	jam	372023	1.897,32
Vibro Roller	0,0054	jam	257478	1.390,38
Water Tanker	0,0094	jam	176063	1.654,99
Alat Bantu	1	Ls	1000	1.000,00
Jumlah				69.968

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

E. Pekerjaan Galian Perkerasan Lama

Tabel 5.36 : Pekerjaan Galian Perkerasan Lama

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	9,0909	jam	7.856	71.418
Tukang	0,9091	jam	6.050	5.500
PERALATAN				
Compressor	0,9091	jam	134937	122.671
Jack Hammer	0,9091	jam	25833	23.485
Alat bantu	1	Ls	1000	1.000
Pick Up Truck 1 ton	0,9091	Jam	30000	27.273
Jumlah				251.347

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

F. Pekerjaan Timbunan dengan Material Pilihan pada Perkerasan Lama

Tabel 5.37 : Pekerjaan Timbunan dengan Material Pilihan pada Perkerasan Lama

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0134	jam	7.856	105,2704
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,0535	jam	6.050	323,675
BAHAN				
Material Urugan Pilihan	1,2	m3	62000	74.400
PERALATAN				
Whell Loader	0,0134	jam	374355	5.007
Dump Truck	0,0233	jam	196832	4.589
Motor Grader	0,0076	jam	372023	2.827
Vibro Roller	0,008	jam	257478	2.060
Water Tanker	0,0169	jam	176063	2.975
Alat Bantu	1	Ls	1000	1.000
Jumlah				93.288

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

G. Pekerjaan Timbunan Pasir Pada Saluran tepi

Tabel 5.38 : Pekerjaan Timbunan Pasir Saluran Tepi

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0134	jam	7.856	105,2704
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,0535	jam	6.050	323,675
BAHAN				
Material Urugan	1,2	m3	164600	197.520,00
PERALATAN				
Alat bantu	1	Ls	110000	110.000,00
Jumlah				307.949

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

H. Pekerjaan Timbunan Sirtu kelas C pada Bahu

Tabel 5.39 : Pekerjaan Timbunan Sirtu kelas C pada Bahu

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0134	jam	7.856	105,2704
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,0535	jam	6.050	323,675
BAHAN				
Material Urugan biasa	1,2	m3	45000	54.000,00
PERALATAN				
Whell Loader	0,0134	jam	374355	5.006,75
Dump Truck	0,0233	jam	196832	4.589,23
Motor Grader	0,0051	jam	372023	1.897,32
Vibro Roller	0,0054	jam	257478	1.390,38
Water Tanker	0,0094	jam	176063	1.654,99
Alat Bantu	1	Ls	1000	1.000,00
Jumlah				69.968

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

5.7.3.3 Pekerjaan Lapis Perkerasan

A. Pekerjaan Stabilisasi dengan menggunakan Kapur

Tabel 5.40 : Pekerjaan Stabilisasi Tanah dengan Kapur

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0314	jam	7.856	246,6784
Operator	0,0943	jam	7.071	666,9256681
Sopir	0,0629	jam	7.071	444,6171121
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,2201	jam	6.050	1331,605
BAHAN				
Kapur	1,2	m3	70000	84.000
PERALATAN				
Motor grader	0,0092	jam	372.023	3.423
Dump truck	0,1655	jam	262.000	43.361
Vibro roller	0,008	jam	257.478	2.060
Wheel loader	0,0314	jam	374.355	11.755
Water Tanker	0,0383	jam	176.063	6.743
Alat bantu	1	Ls	1.000	1.000
Jumlah				155.031

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

B. Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah Kelas B
Tabel 5.41 : Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah Kelas B

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0314	jam	7.856	246,6784
Operator	0,0943	jam	7.071	666,7953
Sopir	0,0629	jam	7.071	444,7659
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,2201	jam	6.050	1331,605
BAHAN				
Pasir pasang	0,16	m3	82000	13120
Kerikil	1,04	m3	110000	114400
PERALATAN				
Motor grader	0,0092	jam	372.023	3.423
Dump truck	0,1655	jam	262.000	43.361
Vibro roller	0,008	jam	257.478	2.060
Wheel loader	0,0314	jam	374.355	11.755
Water Tanker	0,0383	jam	176.063	6.743
Alat bantu	1	Ls	1.000	1.000
Jumlah				198.551

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

C. Pekerjaan Lapis Pondasi Atas Kelas A

Tabel 5.42 : Pekerjaan Lapis Pondasi Atas Kelas A

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0314	jam	7.856	246,6784
Operator	0,0943	jam	7.071	666,7953
Sopir	0,0629	jam	7.071	444,7659
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,2201	jam	6.050	1331,605
BAHAN				
Pasir pasang	0,1267	m3	82000	10389,4
Batu pecah 1-2	0,4067	m3	125000	50837,5
Batu pecah 2-3	0,48	m3	115000	55200
Batu pecah 1/2-1	0,2933	m3	130000	38129
PERALATAN				
Motor grader	0,0092	jam	372.023	3422,6116
Dump truck	0,1655	jam	262.000	43.361
Vibro roller	0,008	jam	257.478	2.060
Wheel loader	0,0314	jam	374.355	11.755
Water Tanker	0,0383	jam	176.063	6.743
Alat bantu	1	Ls	1.000	1.000
Jumlah				225.587

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

D. Pekerjaan Lapis Pengikat (Prime Coat)

Tabel 5.43 : Pekerjaan Lapis Pengikat (Prime Coat)

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0211	jam	7856	165,7616
Pekerja Terampil	0,003	jam	6050	18,15
BAHAN				
Aspal emulsi	0,6294	kg	7350	4626,09
Kerosin	0,4889	Ltr	3850	1882,265
PERALATAN				
Asphalt Sprayer	0,003	Jam	44976	134,928
Compressor	0,0029	Jam	134937	391,3173
Dump truck	0,003	Jam	196832	590,496
Jumlah				7809,0079

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

E. Pekerjaan Lapis Permukaan Laston MS 744

Tabel 5.44 : Pekerjaan Lapis Permukaan Laston MS 744

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0034	jam	7.856	26,7104
Pekerja Terampil	0,0413	jam	6050	249,865
BAHAN				
Aspal Curah	63	kg	7350	463050
Agregat Kasar	0,495	m3	164600	81477
Agregat Halus	0,2279	m3	140.500	32019,95
Filler	22	kg	330	7260
PERALATAN				
AMP 30 T	0,0241	jam	4729009	113.969,12
Wheel loader	0,0117	jam	374355	4.379,95
Dump truck	0,3148	jam	262000	82.477,60
Asphalt Finisher	0,0151	jam	198723	3.000,72
Tandem Roller	0,0097	jam	179687	1.742,96
Pneumatic Tire Roller	0,0107	jam	189001	2.022,31
Alat bantu	1	Ls	1.000	1.000,00
Jumlah				792.676,19

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

5.7.3.4 Pekerjaan Saluran Samping

Tabel 5.45 : Pekerjaan Pemasangan Bekisting Saluran Samping

URAIAN PEKERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,0600	jam	7856	471,36
Tukang Kayu	3,3000	Jam	7071	23334,3
Pekerja/Buruh Tak Terampil	3,0000	Jam	6050	18150
Bahan:				
Kayu Multiplex	0,4000	m2	20000	8000
Paku Klem (No 4)	4,0000	Kg	12500	50000
Minyak Bekisting	1,0000	ltr	35000	35000
Sewa Peralatan:				
Alat Bantu	1,0000	Ls	1.000	1.000
Jumlah				135.955,66

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

Tabel 5.46 : Pekerjaan Pengecoran Saluran Samping

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,4819	jam	7856	3785,8064
Pekerja terampil	1,4458	jam	6050	8747,09
Pekerja / Buruh Tak Terampil	7,2289	jam	6.050	43734,845
BAHAN				
Semen PC	367,5	kg	1450	532875
Pasir	0,4933	m3	100000	49330
Batu pecah	1,047	m3	115.000	120405
PERALATAN				
Concrete Mixer	0,4819	jam	46.702	22.505,69
Water Tanker	0,0527	jam	176.063	9.278,52
Concrete Vibrator	0,4819	jam	31.526	15.192,38
Alat bantu	1	Ls	1.000	1.000,00
Jumlah				806.854,33

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

5.7.3.3 Pekerjaan Finishing

A. Pekerjaan Marka Jalan

Tabel 5.47 : Pekerjaan Marka Jalan

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,1	jam	7856	785,6
Pekerja Terampil	0,3	jam	6050	1815
Pekerja / Buruh Tak Terampil	0,6	jam	6.050	3630
BAHAN				
Thermoplastic	2,6775	kg	32000	85680
Glass Bead	0,4725	kg	22500	10631,25
PERALATAN				
Compressor	0,1	jam	134937	13493,7
Alat bantu	1	Ls	1000	1000
Jumlah				117.035,55

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

B. Pekerjaan Pemasangan PJU

Tabel 5.48 : Pekerjaan Pemasangan PJU

URAIAN PEERJAAN	KOEF	SATUAN	HARGA	JUMLAH
TENAGA				
Mandor	0,9653	jam	7.856	7583,3968
Tukang	0,4827	jam	7.071	3413,1717
BAHAN				
Tiang PJU	1	Unit	1.000.000	1000000
Baut dan material lainnya	1	Ls	25.000	25000
Peralatan				
Alat Bantu	1	Ls	1.000	1.000,00
Jumlah				1.036.996,57

Sumber : HSPK DPU Bina Marga 2012

5.7.4 Rekapitulasi Renacana Anggaran Biaya

Tabel 5.49 : Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Biaya
I	Pekerjaan Persiapan				
1	Pembersihan dan Pembongkaran Lahan	m2	45.000	6.980	314.118.153
2	pemasangan Blowpank	unit	240	25.235	6.056.388
II	Pekerjaan Tanah				
1	Galian Untuk Pelebaran	m3	6.274	24.927	156.382.404
2	Timbunan Untuk Pelebaran	m3	528	198.949	105.035.096
3	Galian Untuk Drainase	m3	8.687	24.927	216.543.566
4	Urugan Untuk Drainase	m3	3.011	69.968	210.643.812
5	Galian Perkerasan Lama	m3	501	251.347	125.986.513
6	Timbunan Material Pilihan	m3	236	93.288	22.025.200
7	Timbunan Pasir untuk saluran	m3	729	198.949	145.121.319
8	Timbunan sirtu kelas C untuk bahu	m3	1.800	69.968	125.941.713
III	Pekerjaan Lapis Perkerasan				
1	Stabilisasi Tanah dengan Kapur	m3	1.800	155.031	279.056.199
2	Lapis Pondasi bawah Sirtu kelas B	m3	2.520	198.551	500.349.125
3	Lapis Pondasi Atas Batu Pecah Kls A	m3	1.350	225.587	304.542.639
4	Lapis Pengikat (Prime Coat)	ltr	3.600	7.809	28.112.428
5	Lapis Permukaan dengan Laston MS 744	m3	900	792.676	713.408.569
V	Pekerjaan Drainase				
1	Pemasangan Bekisting	m3	1.902	135.956	258.644.522
2	Pengecoran Saluran samping	m3	1.902	806.854	1.534.974.371

VII	Pekerjaan Finishing				
1	Marka Jalan	m2	160	117.036	18.740.834
2	Pemasangan PJU	unit	60	1.036.997	62.219.794
	JUMLAH				5.127.902.646
	PPN 10%				512.790.265
	Jumlah Total				5.640.692.910

Sumber : Hasil Perhitungan sendiri

Anggaran biaya yang di butuhkan untuk peningkatan jalan Karanglo – pendem STA 81+050 – 84+050 adalah sebesar Rp 5.640.692.910 (Terbilang lima milyar enam ratus empat puluh juta enam ratus sembilan puluh dua ribu sembilan ratus sepuluh rupiah).



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan peningkatan ruas jalan Karanglo-Pendem STA SBY 81+050 – STA SBY 84+050, sepanjang 3 km adalah sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan analisa kapasitas jalan di dapatkan nilai derajat kejenuhan pada awal umur rencana $0,86 > 0,75$ pada kondisi existing sehingga diperlukan pelebaran jalan hingga $DS = 0,74 < 0,75$ pada akhir umur rencana. Dari lebar jalan jalur (W_c) 6m menjadi 9m atau dengan pelebaran 1,5m di sisi kanan dan kiri badan jalan.
2. Hasil perhitngan analisa kebutuhan pelebaran jalan, di dapatkan kontruksi tebal perkerasan pelebaran jalan adalah sebagai berikut :
 - a. Lapis Stabilisasi tanah dengan menambahkan capping layer dari kapur setebal 20cm
 - b. Lapis Pondasi bawah menggunakan sirtu kelas B setebal 28cm
 - c. Lapis pondasi atas menggunakan batu pecah kelas A setebal 15cm
 - d. Lapis permukaan menggunakan AC LASTON MS 744 setebal 10cm
3. Hasil perencanaan kebutuhan tebal lapis tambahan (*overlay*) di dapatkan jalan tersebut masih belum dibutuhkan overlay.
4. Hasil perhitungan perencanaan saluran tepi, didapatkan dimensi saluran tepi $b = 1\text{m}$ dan $H = 1\text{m}$.

5. Kontrol geometrik didapatkan :

a. Alinyemen Vertikal 14,349 m/km maka termasuk kategori bukit. Dengan dua tipe alinyemen vertikal :

- 1) Alinyemen Vertikal Cembung pada STA 81+225, STA 81+850, STA 82+475, STA 82+650, STA 83+075, STA 83+525, STA 83+700, STA 83+975. Telah di dapatkan elevasi pada PLV, PPV dan PTV.
- 2) Alinyemen Vertikal Cekung pada STA 82+000, STA 82+150, STA 83+175, STA 83+275, STA 83+825. Telah di dapatkan elevasi pada PLV, PPV dan PTV.

b. Alinyemen Horizontal terdiri dari dua tipe yakni Tipe Full circle dan Spiral-Circle-Spiral yang terdapat pada :

- 1) STA 81+981,39 = Full Circle
- 2) STA 82+276,01 = Full Circle
- 3) STA 83+545,03 = Spiral-Circle-Spiral
- 4) STA 83+744,13 = Full Circle

6. Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan dalam perencanaan peningkatan ruas jalan Karanglo-Pendem Sta 81+050 – 84+050 adalah Rp 5.640.692.910

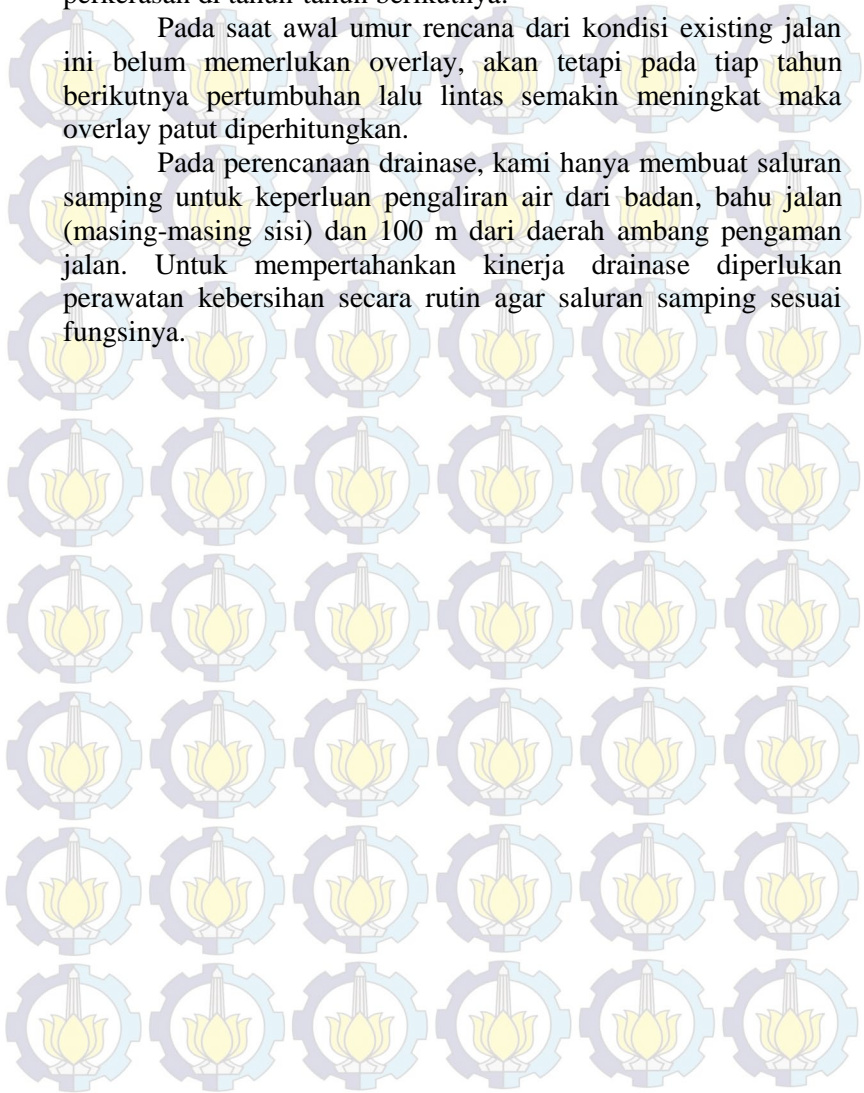
6.2 Saran

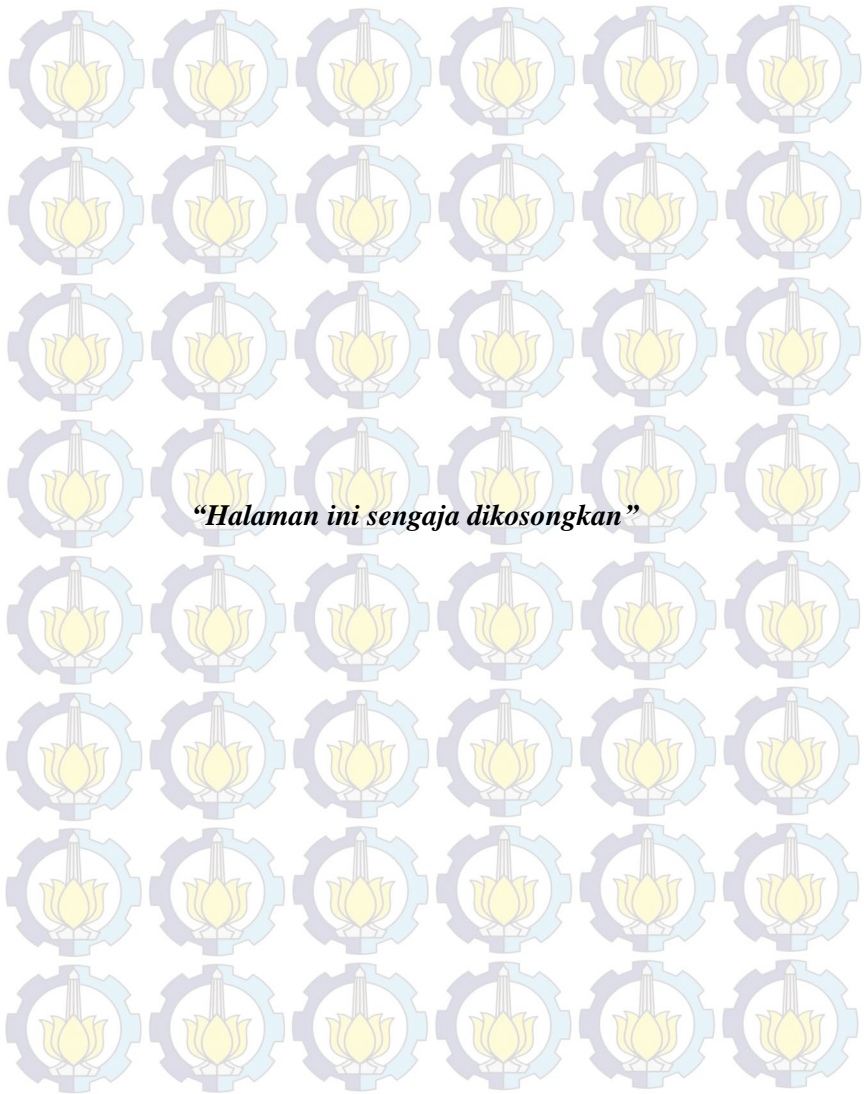
Perencanaan peningkatan jalan Karanglo – Pendem STA 81+050 – STA 84+050 kabupaten Malang direncanakan dengan umur rencana selama 8 tahun dimulai dari tahun 2012. Perencanaan peningkatan ini hanya mampu digunakan dan bertahan hingga tahun 2020, maka setelah tahun 2020 STA 81+050 – STA 84+050 kabupaten Malang perlu di evaluasi

mengenai Kapasitas Saluran, Kapasitas kendaraan, serta kondisi perkerasan di tahun-tahun berikutnya.

Pada saat awal umur rencana dari kondisi existing jalan ini belum memerlukan overlay, akan tetapi pada tiap tahun berikutnya pertumbuhan lalu lintas semakin meningkat maka overlay patut diperhitungkan.

Pada perencanaan drainase, kami hanya membuat saluran samping untuk keperluan pengaliran air dari badan, bahu jalan (masing-masing sisi) dan 100 m dari daerah ambang pengaman jalan. Untuk mempertahankan kinerja drainase diperlukan perawatan kebersihan secara rutin agar saluran samping sesuai fungsinya.





REKAPITULASI JAM PUNCAK TAHUN 2007 (TOTAL 2 ARAH)

GOLONGAN	1.00	2.00	3.00	4.00	5a	5b	6.00	7a	7b	7c	Qarus (Kend/jam)	1.00	2.00	3.00	4.00	5a	5b	6.00	7a	7b	7c	Qsmp (smp/jam)
JAM	SEPEDA MOTOR,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER		SEPEDA MOTOR,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	
JENIS EMP	MC	LV		MHV		LB	LT				JENIS EMP	MC	LV				HV					
												0.50	1.00	1.00	1.00	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	
06.00 - 07.00	716	93	186	79	10	5	34	2	0	0	1125.00	358	93	186	79	13	7	44	3	0	0	782
07.00 - 08.00	552	105	222	157	15	7	43	1	0	0	1102.00	276	105	222	157	20	9	56	1	0	0	846
08.00 - 09.00	923	144	270	154	2	6	74	3	1	0	1577.00	462	144	270	154	3	8	96	4	1	0	1141
09.00 - 10.00	929	114	329	131	2	8	58	8	0	0	1579.00	465	114	329	131	3	10	75	10	0	0	1137
10.00 - 11.00	783	90	260	131	2	4	58	6	1	0	1335.00	392	90	260	131	3	5	75	8	1	0	965
11.00 - 12.00	872	116	254	103	2	4	75	11	2	1	1440.00	436	116	254	103	3	5	98	14	3	1	1033
12.00 - 13.00	885	128	245	135	2	1	70	11	3	0	1480.00	443	128	245	135	3	1	91	14	4	0	1064
13.00 - 14.00	856	93	212	75	1	0	44	5	1	1	1288.00	428	93	212	75	1	0	57	7	1	1	876
14.00 - 15.00	997	109	246	83	1	6	66	13	2	1	1524.00	499	109	246	83	1	8	86	17	3	1	1052
15.00 - 16.00	889	75	275	87	1	8	72	5	4	2	1418.00	445	75	275	87	1	10	94	7	5	3	1001
16.00 - 17.00	916	77	268	89	3	4	38	5	0	1	1401.00	458	77	268	89	4	5	49	7	0	1	958
17.00 - 18.00	841	91	286	105	1	5	60	3	1	1	1394.00	421	91	286	105	1	7	78	4	1	1	995
18.00 - 19.00	840	91	257	82	0	3	43	3	2	2	1323.00	420	91	257	82	0	4	56	4	3	3	919
19.00 - 20.00	657	90	189	51	0	0	32	0	0	0	1019.00	329	90	189	51	0	0	42	0	0	0	700
20.00 - 21.00	491	111	100	49	0	0	33	2	1	0	787.00	246	111	100	49	0	0	43	3	1	0	552
21.00 - 22.00	454	88	87	35	0	0	28	0	1	0	693.00	227	88	87	35	0	0	36	0	1	0	475
22.00 - 23.00	349	51	88	30	0	0	28	1	2	0	549.00	175	51	88	30	0	0	36	1	3	0	384
23.00 - 24.00	276	34	76	23	0	0	28	3	2	0	442.00	138	34	76	23	0	0	36	4	3	0	314
24.00 - 01.00	243	30	54	26	0	0	33	0	1	0	387.00	122	30	54	26	0	0	43	0	1	0	276
01.00 - 02.00	214	33	50	23	0	0	45	2	0	0	367.00	107	33	50	23	0	0	59	3	0	0	274
02.00 - 03.00	181	40	55	30	0	0	46	3	3	0	358.00	91	40	55	30	0	0	60	4	4	0	283
03.00 - 04.00	213	39	76	42	0	0	68	1	0	0	439.00	107	39	76	42	0	0	88	1	0	0	353
04.00 - 05.00	226	53	96	60	0	0	34	0	2	0	471.00	113	53	96	60	0	0	44	0	3	0	369
05.00 - 06.00	602	72	185	87	0	0	89	5	0	0	1040.00	301	72	185	87	0	0	116	7	0	0	767
JUMLAH	14905	1967	4366	1867	42	61	1199	93	29	9	24538.00	7453	1967	4366	1867	55	79	1559	121	38	12	17515

REKAPITULASI JAM PUNCAK TAHUN 2008 (TOTAL 2 ARAH)

GOLONGAN	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	
JAM	SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLLET, PICK UP, SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	Qarus (Kend/jam)	SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLLET, PICK UP, SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	Qsmp (smp/jam)
JENIS EMP	MC	LV		MHV		LB	LT				JENIS EMP	MC	LV		HV							
06.00 - 07.00	1995	287	76	100	3	0	35	0	0	0	2496	998	287	76	100	4	0	46	0	0	0	1510
07.00 - 08.00	1686	231	52	95	7	3	35	0	0	1	2110	843	231	52	95	9	4	46	0	0	1	1281
08.00 - 09.00	1499	286	61	110	9	8	64	1	2	3	2043	750	286	61	110	12	10	83	1	3	4	1320
09.00 - 10.00	1524	321	60	99	31	30	48	0	0	0	2113	762	321	60	99	40	39	62	0	0	0	1384
10.00 - 11.00	1281	296	61	132	13	16	73	5	0	0	1877	641	296	61	132	17	21	95	7	0	0	1269
11.00 - 12.00	1234	330	55	120	11	10	69	2	1	1	1833	617	330	55	120	14	13	90	3	1	1	1244
12.00 - 13.00	1217	298	80	153	9	9	65	0	1	0	1832	609	298	80	153	12	12	85	0	1	0	1249
13.00 - 14.00	1304	393	70	152	3	6	64	2	1	1	1996	652	393	70	152	4	8	83	3	1	1	1367
14.00 - 15.00	1218	338	69	105	2	5	81	4	2	8	1832	609	338	69	105	3	7	105	5	3	10	1254
15.00 - 16.00	1340	353	74	106	5	4	63	2	0	3	1950	670	353	74	106	7	5	82	3	0	4	1303
16.00 - 17.00	1652	442	81	93	5	14	58	1	2	3	2351	826	442	81	93	7	18	75	1	3	4	1550
17.00 - 18.00	1748	390	114	97	4	23	59	4	1	1	2441	874	390	114	97	5	30	77	5	1	1	1595
18.00 - 19.00	1529	310	67	80	3	2	35	3	0	1	2030	765	310	67	80	4	3	46	4	0	1	1279
19.00 - 20.00	1182	276	46	75	2	3	40	5	1	2	1632	591	276	46	75	3	4	52	7	1	3	1057
20.00 - 21.00	990	231	36	66	2	2	28	1	3	4	1363	495	231	36	66	3	3	36	1	4	5	880
21.00 - 22.00	699	208	15	58	0	0	16	0	2	2	1000	350	208	15	58	0	0	21	0	3	3	657
22.00 - 23.00	490	180	8	63	2	1	19	1	0	0	764	245	180	8	63	3	1	25	1	0	0	526
23.00 - 24.00	274	85	0	31	1	0	16	1	0	0	408	137	85	0	31	1	0	21	1	0	0	276
24.00 - 01.00	173	58	3	33	1	1	10	1	0	0	280	87	58	3	33	1	1	13	1	0	0	197
01.00 - 02.00	122	53	0	22	0	0	8	1	0	0	206	61	53	0	22	0	0	10	1	0	0	148
02.00 - 03.00	67	32	2	16	0	0	6	3	0	0	126	34	32	2	16	0	0	8	4	0	0	95
03.00 - 04.00	79	24	2	16	4	4	7	0	0	1	137	40	24	2	16	5	5	9	0	0	1	102
04.00 - 05.00	215	38	13	20	0	3	15	0	1	2	307	108	38	13	20	0	4	20	0	1	3	206
05.00 - 06.00	640	95	40	20	2	3	24	0	0	1	825	320	95	40	20	3	4	31	0	0	1	514
JUMLAH	24158	5555	1085	1862	119	147	938	37	17	34	33952	12079	5555	1085	1862	155	191	1219	48	22	44	22261

REKAPITULASI JAM PUNCAK TAHUN 2009 (TOTAL 2 ARAH)

GOLONGAN	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	Qarus (Kend/jam)	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	Qsmp (smp/jam)
JAM	SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER		SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	
JENIS EMP	MC	LV		MHV		LB	LT				JENIS EMP	MC	LV				HV					
												0.50	1	1	1.00	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	
06.00 - 07.00	2371	134	132	66	3	6	43	1	0	0	2756	1186	134	132	66	4	8	56	1	0	0	1586
07.00 - 08.00	2106	216	74	91	3	11	67	0	0	0	2568	1053	216	74	91	4	14	87	0	0	0	1539
08.00 - 09.00	1490	214	66	83	12	28	91	2	0	0	1986	745	214	66	83	16	36	118	3	0	0	1281
09.00 - 10.00	1442	232	60	89	20	56	84	0	1	0	1984	721	232	60	89	26	73	109	0	1	0	1311
10.00 - 11.00	1464	260	61	82	19	43	79	6	0	1	2015	732	260	61	82	25	56	103	8	0	1	1327
11.00 - 12.00	1371	266	54	123	4	11	90	6	0	0	1925	686	266	54	123	5	14	117	8	0	0	1273
12.00 - 13.00	1315	301	65	138	2	8	90	6	0	0	1925	658	301	65	138	3	10	117	8	0	0	1299
13.00 - 14.00	1300	256	78	120	7	6	101	3	0	1	1872	650	256	78	120	9	8	131	4	0	1	1257
14.00 - 15.00	1250	241	68	139	3	24	71	2	0	0	1798	625	241	68	139	4	31	92	3	0	0	1203
15.00 - 16.00	1640	296	75	102	3	15	94	2	0	0	2227	820	296	75	102	4	20	122	3	0	0	1441
16.00 - 17.00	1882	273	78	86	3	26	84	2	0	0	2434	941	273	78	86	4	34	109	3	0	0	1528
17.00 - 18.00	1582	236	65	85	3	41	69	3	1	0	2085	791	236	65	85	4	53	90	4	1	0	1329
18.00 - 19.00	1385	207	35	73	3	9	53	2	0	0	1767	693	207	35	73	4	12	69	3	0	0	1095
19.00 - 20.00	1111	189	20	80	0	5	37	1	1	0	1444	556	189	20	80	0	7	48	1	1	0	902
20.00 - 21.00	705	150	27	40	0	6	36	4	0	0	968	353	150	27	40	0	8	47	5	0	0	629
21.00 - 22.00	473	120	3	19	1	4	22	1	0	0	643	237	120	3	19	1	5	29	1	0	0	415
22.00 - 23.00	360	97	2	8	0	4	15	1	0	1	488	180	97	2	8	0	5	20	1	0	1	314
23.00 - 24.00	198	83	0	16	1	3	14	0	0	0	315	99	83	0	16	1	4	18	0	0	0	221
24.00 - 01.00	130	52	0	6	0	8	26	1	0	0	223	65	52	0	6	0	10	34	1	0	0	169
01.00 - 02.00	87	15	2	9	0	4	15	1	0	0	133	44	15	2	9	0	5	20	1	0	0	96
02.00 - 03.00	48	5	1	9	0	7	14	1	0	0	85	24	5	1	9	0	9	18	1	0	0	68
03.00 - 04.00	121	17	2	16	0	1	14	0	0	0	171	61	17	2	16	0	1	18	0	0	0	115
04.00 - 05.00	346	40	11	29	0	1	30	0	0	1	458	173	40	11	29	0	1	39	0	0	1	295
05.00 - 06.00	1265	90	74	43	0	3	64	2	0	0	1541	633	90	74	43	0	4	83	3	0	0	929
JUMLAH	25442	3990	1053	1552	87	330	1303	47	3	4	33811	12721	3990	1053	1552	113	429	1694	61	4	5	21622

REKAPITULASI JAM PUNCAK TAHUN 2010 (TOTAL 2 ARAH)

GOLONGAN	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	Qarus (Kend/jam)	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	Qsmp (smp/jam)		
JAM	SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER		SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER			
JENIS EMP	MC	LV		MHV		LB	LT				JENIS EMP	MC	LV				HV							
												0.35	1	1	1.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20			
06.00 - 07.00	2498	168	101	60	0	3	31	1	0	0	2862 2949 2487 2560 2576 2647 2575 2631 2190 2664	874	168	101	60	0	4	37	1	0	0	1245		
07.00 - 08.00	2457	277	79	81	6	8	39	0	0	2		860	277	79	81	7	10	47	0	0	2	1363		
08.00 - 09.00	1873	340	70	112	2	16	73	1	0	0		656	340	70	112	2	19	88	1	0	0	1288		
09.00 - 10.00	1858	372	71	132	6	52	67	1	0	1		650	372	71	132	7	62	80	1	0	1	1378		
10.00 - 11.00	1839	394	64	165	5	26	79	2	0	2		644	394	64	165	6	31	95	2	0	2	1403		
11.00 - 12.00	1914	397	76	192	4	9	54	1	0	0		670	397	76	192	5	11	65	1	0	0	1417		
12.00 - 13.00	1715	463	77	219	1	28	72	0	0	0		600	463	77	219	1	34	86	0	0	0	1480		
13.00 - 14.00	1811	477	70	195	1	9	63	4	0	1		634	477	70	195	1	11	76	5	0	1	1469		
14.00 - 15.00	1471	406	60	166	10	13	64	0	0	0		515	406	60	166	12	16	77	0	0	0	1251		
15.00 - 16.00	1852	457	67	178	7	22	79	2	0	0		648	457	67	178	8	26	95	2	0	0	1482		
16.00 - 17.00	2289	606	74	133	3	30	42	2	0	0	3179	801	606	74	133	4	36	50	2	0	0	1707		
17.00 - 18.00	2069	470	77	115	4	20	57	0	1	1	2814 2842 2315 1777 1657 1312 735 395 106 82 215 337 826	724	470	77	115	5	24	68	0	1	1	1486		
18.00 - 19.00	2244	415	53	86	0	3	39	0	1	1		785	415	53	86	0	4	47	0	1	1	1392		
19.00 - 20.00	1779	400	28	74	2	6	21	3	1	1		623	400	28	74	2	7	25	4	1	1	1165		
20.00 - 21.00	1352	304	26	70	2	7	16	0	0	0		473	304	26	70	2	8	19	0	0	0	903		
21.00 - 22.00	1261	313	25	44	2	1	10	1	0	0		441	313	25	44	2	1	12	1	0	0	840		
22.00 - 23.00	949	301	14	35	2	3	8	0	0	0		332	301	14	35	2	4	10	0	0	0	698		
23.00 - 24.00	521	168	9	30	0	1	5	1	0	0		182	168	9	30	0	1	6	1	0	0	398		
24.00 - 01.00	268	96	7	18	0	0	5	1	0	0		94	96	7	18	0	0	6	1	0	0	222		
01.00 - 02.00	73	15	0	12	0	0	6	0	0	0		26	15	0	12	0	0	7	0	0	0	60		
02.00 - 03.00	51	14	0	15	0	0	2	0	0	0		18	14	0	15	0	0	2	0	0	0	49		
03.00 - 04.00	163	13	0	35	0	1	3	0	0	0	57	13	0	35	0	1	4	0	0	0	110			
04.00 - 05.00	238	25	7	65	0	1	1	0	0	0	83	25	7	65	0	1	1	0	0	0	183			
05.00 - 06.00	651	104	22	38	0	0	11	0	0	0	228	104	22	38	0	0	13	0	0	0	405			
JUMLAH	33196	6995	1077	2270	57	259	847	20	3	9	44733	11619	6995	1077	2270	68	311	1016	24	4	11	23395		

REKAPITULASI JAM PUNCAK TAHUN 2011 (TOTAL 2 ARAH)

GOLONGAN	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	Qarus (Kend/jam)	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	Qsmp (smp/jam)
JAM	SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER		SEPEDA MOTOR,SEKUTER,SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP,SUBURBAN,KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	TRUCK TANGKI GANDENG	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	
JENIS EMP	MC	LV		MHV		LB	LT				JENIS EMP	MC	LV		LB							
06.00 - 07.00	2268	351	82	58	1	1	52	6	1	3	2823	794	351	82	58	1	1	62	7	1	4	1362
07.00 - 08.00	3830	503	79	76	3	6	91	3	0	7	4598	1341	503	79	76	4	7	109	4	0	8	2131
08.00 - 09.00	2537	581	70	127	3	6	117	4	0	2	3447	888	581	70	127	4	7	140	5	0	2	1824
09.00 - 10.00	2124	585	64	125	5	7	97	4	0	1	3012	743	585	64	125	6	8	116	5	0	1	1654
10.00 - 11.00	2070	606	90	152	4	12	137	9	0	1	3081	725	606	90	152	5	14	164	11	0	1	1768
11.00 - 12.00	1607	485	95	199	5	6	131	8	1	1	2538	562	485	95	199	6	7	157	10	1	1	1524
12.00 - 13.00	1435	464	93	171	5	10	129	6	1	4	2318	502	464	93	171	6	12	155	7	1	5	1416
13.00 - 14.00	1743	432	94	158	3	8	139	4	2	1	2584	610	432	94	158	4	10	167	5	2	1	1482
14.00 - 15.00	1407	364	92	144	3	14	123	6	0	2	2155	492	364	92	144	4	17	148	7	0	2	1270
15.00 - 16.00	1729	442	79	188	0	8	128	3	1	1	2579	605	442	79	188	0	10	154	4	1	1	1483
16.00 - 17.00	2502	499	79	135	0	9	103	2	0	1	3330	876	499	79	135	0	11	124	2	0	1	1727
17.00 - 18.00	2153	470	92	105	2	5	71	2	1	3	2904	754	470	92	105	2	6	85	2	1	4	1521
18.00 - 19.00	1647	422	39	77	0	3	52	6	0	0	2246	576	422	39	77	0	4	62	7	0	0	1188
19.00 - 20.00	1401	397	34	79	1	5	62	6	0	2	1987	490	397	34	79	1	6	74	7	0	2	1092
20.00 - 21.00	1082	387	13	64	1	8	42	6	0	1	1604	379	387	13	64	1	10	50	7	0	1	912
21.00 - 22.00	836	452	18	77	1	4	33	3	1	1	1426	293	452	18	77	1	5	40	4	1	1	891
22.00 - 23.00	588	246	5	46	0	4	24	6	1	1	921	206	246	5	46	0	5	29	7	1	1	546
23.00 - 24.00	411	147	7	28	2	2	22	7	1	2	629	144	147	7	28	2	2	26	8	1	2	369
24.00 - 01.00	157	81	4	28	0	0	9	1	0	0	280	55	81	4	28	0	0	11	1	0	0	180
01.00 - 02.00	104	44	3	14	0	2	15	2	0	1	185	36	44	3	14	0	2	18	2	0	1	121
02.00 - 03.00	68	36	6	18	0	3	7	2	0	1	141	24	36	6	18	0	4	8	2	0	1	99
03.00 - 04.00	100	35	13	14	0	0	23	0	2	1	188	35	35	13	14	0	0	28	0	2	1	128
04.00 - 05.00	390	93	13	18	0	2	8	1	0	0	525	137	93	13	18	0	2	10	1	0	0	274
05.00 - 06.00	1381	165	62	35	0	0	39	2	1	1	1686	483	165	62	35	0	0	47	2	1	1	797
JUMLAH	33570	8287	1226	2136	39	125	1654	99	13	38	47187	11750	8287	1226	2136	47	150	1985	119	16	46	25760

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1987. **Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen**.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. **Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)**.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1994. “ **Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan** “, SNI 03 - 3424 – 1994.
- Silvia Sukirman. 2010. **Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur**. Bandung : Nova Bandung.
- Hamirhan Saodang. 2004. **Konstruksi Jalan Raya**. Bandung : Nova.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2012, “**Harga Satuan Pokok Kegiatan**”, Kabupaten Malang.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2012. **Pelaksanaan Pekerjaan Jalan**
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. **Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota (TPGJAK)**.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Syahrial Fahmi, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 6 September 1991, anak ke 3 dari 4 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Taman Kanak-kanak Nurul Ulum, Sekolah Dasar Tunas Bahari dilanjutkan pendidikan Sekolah

Lanjut Tingkat Pertama Negeri 5 Surabaya, lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas Mujahidin Surabaya, Lulus tahun 2009. Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3109 030 052. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini Penulis Mengambil Jurusan Bangunan Transportasi.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Barry Septian Pradana, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 15 September 1991, anak ke 3 dari 3 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Taman Kanak Gembira,
Sekolah Dasar Rangkah VII

dilanjutkan pendidikan Sekolah Lanjut Tingkat Pertama AL-HIKMAH Surabaya, lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri 19 Surabaya , Lulus tahun 2009. Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3109 030 075. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini Penulis Mengambil Jurusan Bangunan Transportasi.

